

ДИНАМІКА РОЗВИТКУ ОСТЕОПОРОЗУ У ПАЦІЄНТІВ З ТЯЖКОЮ БРОНХІАЛЬНОЮ АСТМОЮ ЗА ДАНИМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТОМОГРАФІЇ ОРГАНІВ ГРУДНОЇ КЛІТКИ

Ю. І. Фещенко^{1,A,F}, М. І. Линник^{*,1,A,D,F}, М. І. Гуменюк^{1,A,D,F}, В. І. Ігнат'єва^{1,B,C,D},
М. О. Полянська^{1,A,E}, Г. Л. Гуменюк^{1,2,C,E}, С. Г. Опімах^{1,B,C}, Л. А. Галай^{1,B}

¹ДУ «Національний науковий центр фтизіатрії, пульмонології та алергології імені Ф. Г. Яновського НАМН України», Київ, Україна

²Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, Київ, Україна

A — концепція та дизайн дослідження; B — збір даних; C — аналіз та інтерпретація даних; D — написання статті;
E — редагування статті; F — остаточне затвердження статті

Резюме. Обґрунтування. Серед пацієнтів з тяжкою бронхіальною астмою (БА) остеопороз (ОП) має високу поширеність, що потребує своєчасної діагностики порушення мінерального обміну у цієї категорії пацієнтів та призначення відповідної терапії. Для цього актуальним є застосування мікрорентгенструктурного аналізу кісткової тканини (Th_{12} , L_1-L_2) хребців за даними комп'ютерної томографії органів грудної клітки (КТ ОГК), що дозволяє зменшити променеве навантаження на хворого та кількість проведених рентгенологічних досліджень.

Мета даної роботи: дослідити в динаміці розвиток ОП у пацієнтів з тяжкою БА за даними КТ ОГК та продемонструвати результати на клінічних прикладах.

Матеріали та методи. Проаналізовано в динаміці КТ ОГК 21 пацієнта з тяжкою БА, яким проведена денситометрія з визначенням Т-критерію, за яким діагностували порушення мінеральної щільності кісткової тканини (МЩКТ). Т-критерій визначали за допомогою програми «3D QCT» в одиницях МЩКТ (мг/см³) та HU. Подальший моніторинг структури (Th_{12} , L_1-L_2) хребців проводився за денситометричними показниками аксіальних зрізів КТ ОГК. При цьому обирали зрізи з найбільш низькими денситометричними показниками. Контрольні дослідження проводили через 4 роки.

Результати. Встановлено, що у 20 (95,2 %) пацієнтів з тяжкою БА було виявлено системні патологічні зміни кісткової тканини. У 8 (38,1 %) хворих із 21 було виявлено остеопенію, а у 12 (57,1 %) — ОП. Через 4 роки відбувалось зниження денситометричних показників. У всіх осіб з ОП спостерігалось жирове переродження хребців, про що свідчили негативні мінімальні значення денситометрії. Поряд зі зниженням денситометричних показників у досліджуваних пацієнтів спостерігалось прогресування бронхообструкції. Наведені найбільш показові клінічні приклади дослідження в динаміці денситометричних показників (Th_{12} , L_1-L_2) хребців у пацієнтів з тяжкою БА.

Висновки. Встановлено, що хворі на тяжку БА мають системні патологічні зміни кісткової тканини. Через 4 роки у всіх пацієнтів відбувалось зниження денситометричних показників (Th_{12} , L_1-L_2) хребців, що вказує на розвиток та прогресування остеопенії та ОП у даного контингенту пацієнтів.

Ключові слова: бронхіальна астма, мікрорентгенструктурний аналіз, комп'ютерна томографія, денситометрія, остеопороз, остеопенія.

На сучасному етапі розвитку медицини зростання захворюваності на бронхообструктивні захворювання легень (БОЗЛ) залишається однією із головних проблем охорони здоров'я у світі. Спостерігається неухильне зростання захворюваності на бронхіальну астму (БА) та хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ) [1, 2].

За даними офіційної статистики, розповсюдженість астми в світі складає від 1 % до 16 %. Велике епідеміологічне дослідження — Світове опитування відносно здоров'я, яке проводилось за дорученням

ВООЗ в 70 із 192 країн світу, показало, що поширеність діагностованої астми у дорослих становить 4,3 % із коливанням від 0,2 % в Китаї до 21 % в Австрії. Статистичні дані, які ми маємо в своєму розпорядженні стосовно України, не узгоджуються із світовими показниками і є значно заниженими. Під час пандемії та з початком широкомасштабної війни з росією, отримати точні дані по захворюваності на БОЗЛ стало ще складніше. Дослідження, проведене в Нідерландах, довело, що відсутність точності в діагностиці астми в 54 % випадків призводить до її гіпо,

а в 34 % — до гіпердіагностики. Гіподіагностика призводить до збільшення захворюваності та смертності, а гіпер- до призначення непотрібного лікування, розвитку його небажаних проявів, збільшенню кошторису лікування [3].

Дані дослідження, виконаного в Японії, свідчать про те, що розповсюдженість ХОЗЛ помітно вища у тих, хто курить, у віці старше 40 років, переважно у чоловіків, ніж у жінок. Дослідження PALATINO підтвердило, що розповсюдженість ХОЗЛ зростає з віком. Найбільша розповсюдженість спостерігалась у осіб у віці старше 60 років та коливалась в різних країнах від 7,8 % до 19,7 %. Програма BOLD показала досить високу розповсюдженість ХОЗЛ (3–11 %) серед тих, хто ніколи не кував. За останніми прогнозами, ХОЗЛ з шостої причини смерті в 1990 році посяде четверте місце у 2030 році [4].

Діагноз БОЗЛ заснований на наявності певних клінічних симптомів та змін показників тестування легеневої функції. Міжнародними та національними стандартами щодо діагностики та ведення хворих на ці захворювання визначено два функціональних критерії, що свідчать про наявність та ступінь тяжкості бронхообструкції — це об'єм форсованого видиху за першу секунду — FEV_1 та співвідношення FEV_1 до форсованої життєвої ємності легень (FVC) — FEV_1/FVC . Зменшення співвідношення FEV_1/FVC нижче 70 % є діагностичним критерієм фіксованої бронхообструкції та ознакою ХОЗЛ [2, 4].

Серед пацієнтів на БОЗЛ особливу увагу приділяють пацієнтам із тяжким їх перебігом. Перебіг захворювання обумовлений особливостями морфологічних та патофізіологічних змін, які відрізняються при легкому та середньої тяжкості перебігу БА та ХОЗЛ, а при тяжкому — з часом набувають спільних рис. Так у відповідній категорії осіб поступово формується фіксована бронхообструкція. Для БА з тяжким перебігом характерні системні порушення, що є важливою складовою патогенезу захворювання. Їх необхідно завжди враховувати в клінічному веденні хворих. До системних порушень відносяться: кахексія з втратою жирової маси, втрата скелетної мускулатури та її слабкість, остеопороз (ОП), депресія, підвищений ризик розвитку серцево-судинних захворювань [5, 6].

Остання редакція рекомендацій GINA визначає тяжку астму як астму, яка залишається неконтрольованою, незважаючи на оптимізоване лікування високими дозами інгалаційних кортикостероїдів та бета-2 агоністів тривалої дії (ІКС-БАТД), або яка потре-

бує високих доз ІКС-БАТД чи біологічної терапії, щоб запобігти її неконтрольованості [1].

Робоча група ATS/ERS рекомендує визначати тяжкість астми ретроспективно шляхом оцінювання тяжкості астми, виходячи з того, наскільки важко лікувати астму у пацієнта. При цьому оцінюють лікування, яке необхідно для контролю симптомів і загострень астми при спостереженні протягом кількох місяців.

Серед коморбідної патології у осіб з БА особливої уваги заслуговують випадки поєднання тяжкої астми з ОП, оскільки останній є однією з поширених супутніх патологій у пацієнтів з БА і ХОЗЛ. У значній кількості хворих має місце гіподіагностика ОП, що асоціюється з поганим статусом здоров'я та прогнозом. Частіше така ситуація спостерігається у осіб з емфіземою легень, зниженою масою тіла (зменшений індекс маси тіла (ІМТ)) та масою вільного жиру [2, 4].

Проведені на теперішній час дослідження свідчать, що пацієнти з тяжкою БА та ХОЗЛ мають високу поширеність ОП та високий ризик переломів [7]. За даними деяких авторів, механізми розвитку ОП у цих пацієнтів пов'язані із загальними факторами ризику, такими як куріння [8], зниження фізичної активності [9, 10, 11], низька маса тіла [12] та специфічними для БОЗЛ факторами ризику, такими як системне запалення [13], дефіцит вітаміну D [14], використання глюкокортикоїдів [15], гіпоксемія та ін. [16]. Неабияке значення має повноцінне харчування хворих [17]. Саме тому лікування ОП при БА та ХОЗЛ передбачає комплексний підхід, який включає базисну терапію та препарати для лікування ОП. Програма легеневої реабілітації є важливою частиною лікування [18]. У той же час інші дослідження свідчать, що вірогідність виникнення ОП у цього контингенту пацієнтів підвищується переважно з тривалістю основного захворювання, тривалістю тютюнокуріння та прогресуванням бронхообструкції [19]. Тому своєчасна діагностика та лікування порушень мінерального обміну кісткової тканини у пацієнтів на тяжку БА є актуальними [20, 21].

Метою лікування осіб з БОЗЛ є досягнення і підтримка клінічного контролю над захворюванням [1–4]. Лікування ОП у пацієнтів з БОЗЛ проводиться згідно з клінічними настановами з лікування ОП. Немає доказів того, що ОП при наявності тяжкої БА слід лікувати інакше. Відомо, що інгалаційний триамсінолон асоціюється з збільшенням втрати кісткової маси (згідно результатів Lung Health Study II), тоді

як в дослідженнях з будесонідом (дослідження EUROSCOP) та інгаляційним флютиказоном (дослідження TORCH) подібних результатів не було отримано. Зв'язок між ІКС та переломами був виявлений за результатами фармакоепідеміологічних досліджень, які однак не враховували тяжкість основного захворювання та його загострень, а також призначене лікування [4, 21].

Системні глюкокортикостероїди (ГКС) ще в більшому ступені підвищують ризик ОП, тому при можливості їх призначення потрібно уникати, а також уникати повторних курсів системних ГКС при загостреннях БОЗЛ. Пацієнти на БА, які отримують ІКС у високих дозах або пероральні ГКС у будь яких дозах і мають знижену фізичну активність, відносяться до групи ризику розвитку ОП та виникнення переломів кісток. Але на даний час не доведено, що такий ризик існує у пацієнтів, які отримують більш низькі дози ІКС. Тому лікарі завжди повинні враховувати те, що пацієнти з групи ризику потребують ретельного спостереження та оцінки даних об'єктивних методів обстеження для своєчасного виявлення у них ОП [1, 2, 15, 21].

Аналіз результатів досліджень [22] свідчить, що:

1. Пацієнти з БОЗЛ, які отримують ІКС у високих дозах або пероральні ГКС у будь яких дозах і мають знижену фізичну активність, відносяться до групи ризику розвитку ОП та виникнення переломів кісток.

2. Найбільш інформативним та достовірним методом діагностики ОП на сьогодні є кількісна комп'ютерна денситометрія (3D QCT) — різновид томографії, який використовує рентгенівські промені для одержання дійсної картини й структури кісткової тканини в об'ємнім зображенні.

3. Враховуючи особливості застосування ГКС для лікування пацієнтів з БА — призначення переважно ІКС в базисній терапії, неможливість проводити коштовне рентгенівське денситометричне дослідження усім хворим, які отримують ГКС. Глобальною ініціативою GINA рекомендується дослідження мінеральної щільності кісткової тканини (МЩКТ) за допомогою методів рентгенівської денситометрії наступним категоріям пацієнтів: усім пацієнтам з БА, які отримують більше 6 міс. пероральні ГКС в середній дозі $\geq 7,5$ мг/доба за преднізолоном; жінкам після менопаузи, які приймають преднізолон в дозі > 5 мг/доба протягом більше 3 міс.; усім пацієнтам на БА при наявності в анамнезі переломів хребців або перелому іншої локалізації,

який міг бути обумовлений ОП; жінкам після менопаузи, які отримують > 2 мг/доба інгаляційного беклометазону дипропіонату або еквівалентну дозу іншого ІКС; усім пацієнтам, які часто отримують короткі курси терапії високими дозами пероральних ГКС.

Серед методів рентгенівської денситометрії виділяють: двоенергетичну рентгенівську денситометрію (абсорбціометрію), периферичну кісткову денситометрію, двофотонну абсорбціометрію [23].

Найбільш інформативним, сучасним та достовірним методом діагностики ОП на сьогодні є кількісна комп'ютерна денситометрія (3D QCT) — різновид томографії, який використовує рентгенівські промені для одержання дійсної картини й структури кісткової тканини в об'ємному зображенні. Денситометричні показники обчислюються як результат загального поглинання рентгенівських променів в обсязі зрізу комп'ютерного томографа і є сумою усіх коефіцієнтів, що отримуються на ньому.

В наших попередніх дослідженнях ми провели мікрорентгенструктурний аналіз кісткової тканини поперекових (L1–L3) хребців у пацієнтів з БОЗЛ та визначили його кореляцію зі стандартизованими методами діагностики ОП. Денситометрія проводилась з використанням програми К-Рас, мікрорентгенструктурний аналіз аксіальних КТ-зрізів проводився в програмі Dragonfly. Отримані результати порівнювали з результатами діагностики ОП на основі стандартизованої програми «3D QCT».

За Т-критерієм оцінювали наявність остеопенії або ОП. Значення Т-критерію трактували таким чином: від 3,0 до $-1,0$ — норма; від $-1,0$ до $-2,5$ — остеопенія; від $-2,5$ та нижче — ОП.

При порівнянні середніх значень денситометричних показників КТ в одиницях Гаунсфілда (HU) у досліджуваній ROI (зоні зацікавленості) встановлено, що вони відповідають значенням Т-критерію: норма — вище 150 HU, остеопенія — від 110 до 150 HU, ОП — нижче 110 HU [24].

При розвитку ОП у пацієнтів спостерігається жирове переродження хребців, про що свідчать негативні значення мінімальної МЩКТ [24].

Запропонована технологія діагностики за точністю діагностики не поступається стандартизованим методам діагностики ОП. При цьому досягається: зменшення променевого навантаження на хворого та кількості проведених рентгенологічних досліджень, залученого спеціалізованого медичного персоналу, а також такий підхід дозволяє своєчасно

діагностувати порушення мінерального обміну та призначати відповідну терапію ОП.

Тому пацієнтам з тяжкою БА для визначення порушень МЩКТ та їх прогресування доцільно проводити моніторинг структури (Th_{12} , L_1-L_2) хребців за даними КТ ОГК за запропонованою методикою.

Мета даної роботи: дослідити в динаміці розвиток остеопорозу у пацієнтів з тяжкою бронхіальною астмою за даними комп'ютерної томографії органів грудної клітки та продемонструвати результати на клінічних прикладах.

Методи та матеріали

Проаналізовано в динаміці КТ ОГК 21 пацієнта з тяжкою БА (із них 10 (47,6 %) БА+ХОЗЛ), яким проведена денситометрія з визначенням Т-критерію, за яким діагностували порушення МЩКТ. Т-критерій визначали за допомогою програми «3D QCT» в одиницях МЩКТ (mg/cm^3) та НУ. Подальший моніторинг структури (Th_{12} , L_1-L_2) хребців проводився за денситометричними показниками аксіальних зрізів КТ ОГК. Контрольні дослідження МЩКТ проводили через 4 роки. У деяких пацієнтів при наявності показань дослідження проводились частіше.

Тяжкість перебігу БА та оцінку контролю над захворюванням проводили за даними астма-контроль тесту (АСТ) [1, 3].

При дослідженні показників тестування легеневої функції (ТЛФ) проводилися спірографія з аналізом кривої «потік-об'єм» форсованого видиху на комплекті для дослідження респіраторної системи «Master Screen Pneumo» та апараті «Master Screen PFT» фірми «Cardinal Health» (Німеччина). Вивчалися наступні показники ТЛФ: життєва ємність легень (VC), форсована життєва ємність легень (FVC), об'єм форсованого видиху за 1 с (FEV_1), максимальна об'ємна швидкість видиху при 25, 50, 75 % життєвої ємності легень (MEF_{25} %, MEF_{50} %, MEF_{75} %), пікова об'ємна швидкість видиху (PEF). Дослідження проводилось зранку, після 12–14 годинної перерви в прийманні бронхолітиків. Враховувалися і заносилися до індивідуальної карти пацієнта значення показників ТЛФ, які були отримані через 15–30 хвилин після 2-х інгаляцій β_2 -агоністів короткої дії. Усі показники оцінювались у відсотковому співвідношенні до стандартних величин. Основним критерієм визначення фіксованої бронхообструкції вважа-

ли співвідношення $FEV_1/FVC < 0,7$ після прийому бронхолітика та збільшення FEV_1 після прийому бронхолітика менше ніж 12,0 % та 200 мл від початкового рівню [25, 26].

При застосуванні апаратного методу дослідження (спірометрії) враховувались референтні значення, що введені в програмне забезпечення устаткування, яке використовувалося.

У всіх пацієнтів, які прийняли участь у дослідженні, захворювання знаходилося у фазі ремісії. Серед 21 обстежених чоловіків було в 3 рази більше ніж жінок — 15 (71,4 %) чоловіків та 6 (28,6 %) жінок. Середній вік пацієнтів складав ($62,2 \pm 2,3$) років. Середня тривалість захворювання складала ($13,2 \pm 2,4$) років. АКТ ($14,5 \pm 0,9$) бали. Показники ТЛФ після проби з бронхолітиком: FEV_1 — ($56,2 \pm 3,5$) %; FEV_1/FVC — ($56,5 \pm 2,1$).

Базисна терапія тяжкої БА проводилася відповідно до національних клінічних настанов [1, 3].

Результати та їх обговорення

При обстеженні пацієнтів з тяжкою БА та БА поєднаною з ХОЗЛ методом кількісної комп'ютерної денситометрії було визначено середнє значення МЩКТ (Th_{12} , L_1-L_2) хребців, Z- і Т-критерії. За Т-критерієм оцінювали наявність остеопенії або ОП. Під терміном остеопенія позначається доклінічна стадія ОП. Значення Т-критерію трактували таким чином: від 3,0 до $-1,0$ — норма; від $-1,0$ до $-2,5$ — остеопенія; від $-2,5$ та нижче — ОП. Для кожного отриманого значення Т-критерію визначали значення МЩКТ в НУ.

За результатами проведеного обстеження встановлено, що у 20 (95,2 %) пацієнтів було виявлено системні патологічні зміни кісткової тканини. У 8 (38,1 %) пацієнтів із 21 виявлено остеопенію, а у 12 (57,1 %) — ОП. Лише у 1 (4,8 %) пацієнта не виявлено порушень МЩКТ.

В залежності від отриманих даних до базисної терапії БА та БА поєднаної з ХОЗЛ пацієнтам призначалась антиостеопоротична терапія відповідно діючих клінічних протоколів [27–30].

При моніторингу МЩКТ враховували фактори, які можуть впливати на структурно-функціональні характеристики губчастої речовини поперекових хребців. Середнє значення МЩКТ відображає узагальнену структуру ділянки, що досліджується, і не завжди точно характеризує структуру губчастої речовини кістки. Тому для більш детального вивчення структурно-функціональних порушень, додатко-

во досліджували максимальне і мінімальне значення МЩКТ, які дають більш детальне уявлення про структуру губчастої речовини на ділянці дослідження. Для цього використовували програму К-Расс.

Як свідчать отримані дані, у всіх хворих на тяжку БА з ОП спостерігалися негативні значення мінімальної МЩКТ. Відповідно до таблиці щільностей органів і тканин, така щільність відповідає щільності жирової тканини, тобто у пацієнтів з ОП спостерігалася жирове переродження хребців.

Виміри проводили на аксіальних зрізах КТ ОГК на рівні (Th_{12} , L_1-L_2). При цьому обирали зрізи з найбільш низькими денситометричними показниками.

На рис. 1 представлено графік динаміки показників середньої щільності (вихідне значення та через 4 роки спостереження) денситометричних показників (Th_{12} , L_1-L_2) за даними КТ ОГК в НУ (одиницях Гаунсфільда).

Як видно з даних на рис. 1 у всіх пацієнтів через 4 роки спостерігалось значне зниження середнього значення щільності хребців.

На рис. 2 і 3 представлено графіки динаміки показників мінімальної (рис. 2) та максимальної (рис. 3) МЩКТ хребців за даними КТ ОГК.

З даних рис. 2 видно, що лише у 2 пацієнтів (9,5 %) не спостерігалось зниження вказаного показника.

У всіх хворих через 4 роки також спостерігалось значне зниження максимального значення щільності хребців (рис. 3).

Динаміка середнього, мінімального та максимального значень денситометричних показників представлена в таблиці 1.

При аналізі динаміки денситометричних показників хребців у пацієнтів з тяжкою БА визначено, що через 4 роки у пацієнтів відбувалось значне зниження денситометричних показників, про що свідчило достовірне зменшення середнього, мінімального та максимального значення МЩКТ. При цьому найбільша втрата спостерігалася в значенні мінімальної щільності (більше ніж в 2 рази) в порівнянні з втратою максимальної щільності,

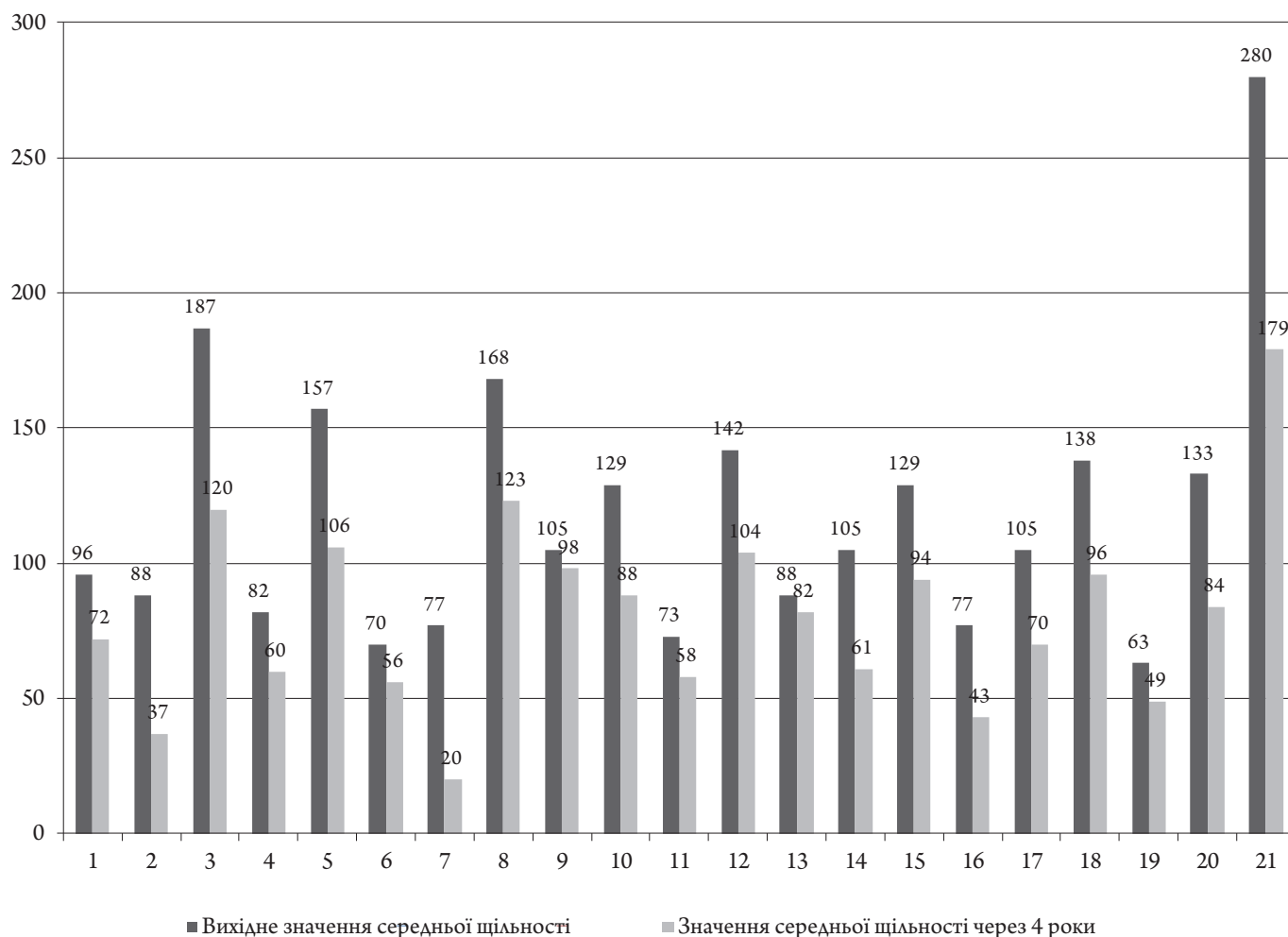


Рис. 1. Динаміка значення середньої щільності хребців за даними КТ ОГК у пацієнтів з тяжкою БА.

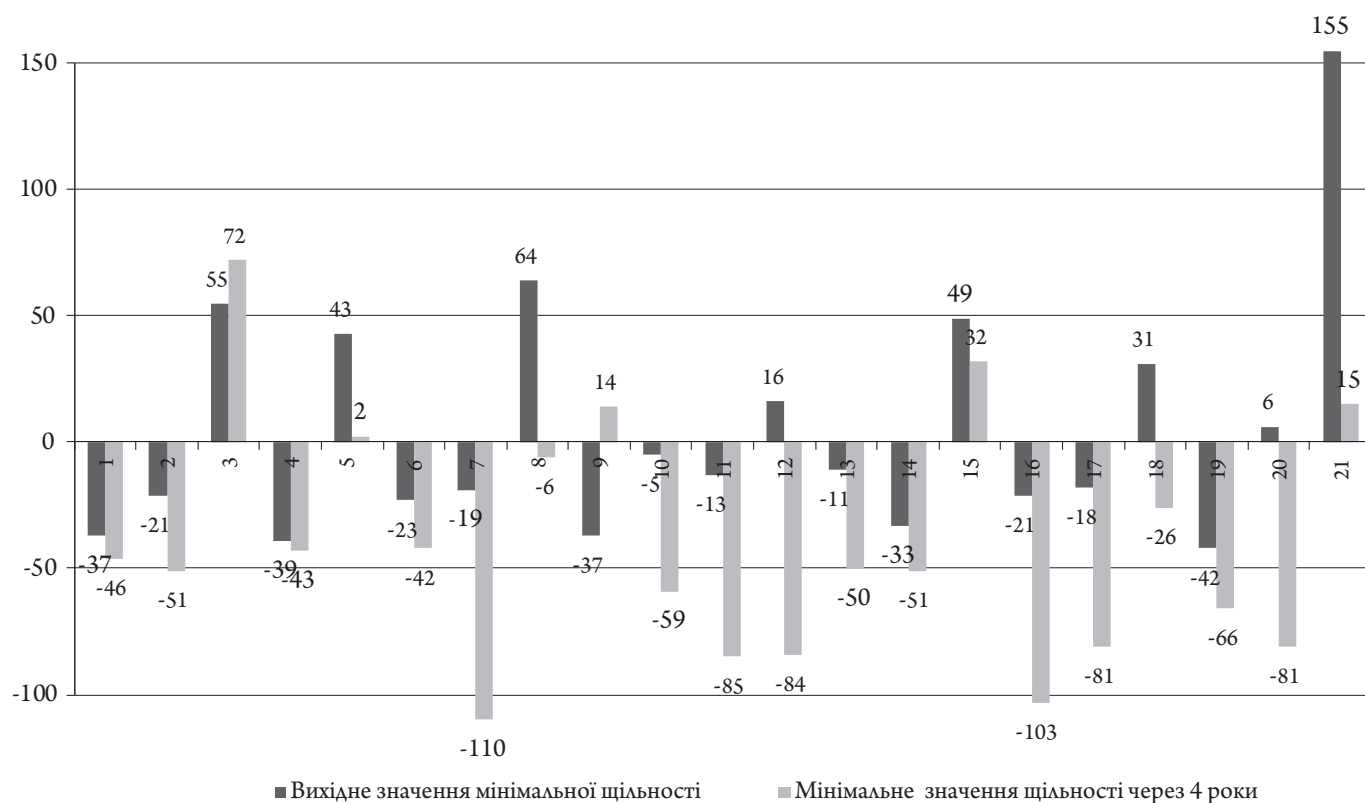


Рис. 2. Динаміка мінімального значення МЩКТ хребців у пацієнтів з тяжкою БА.

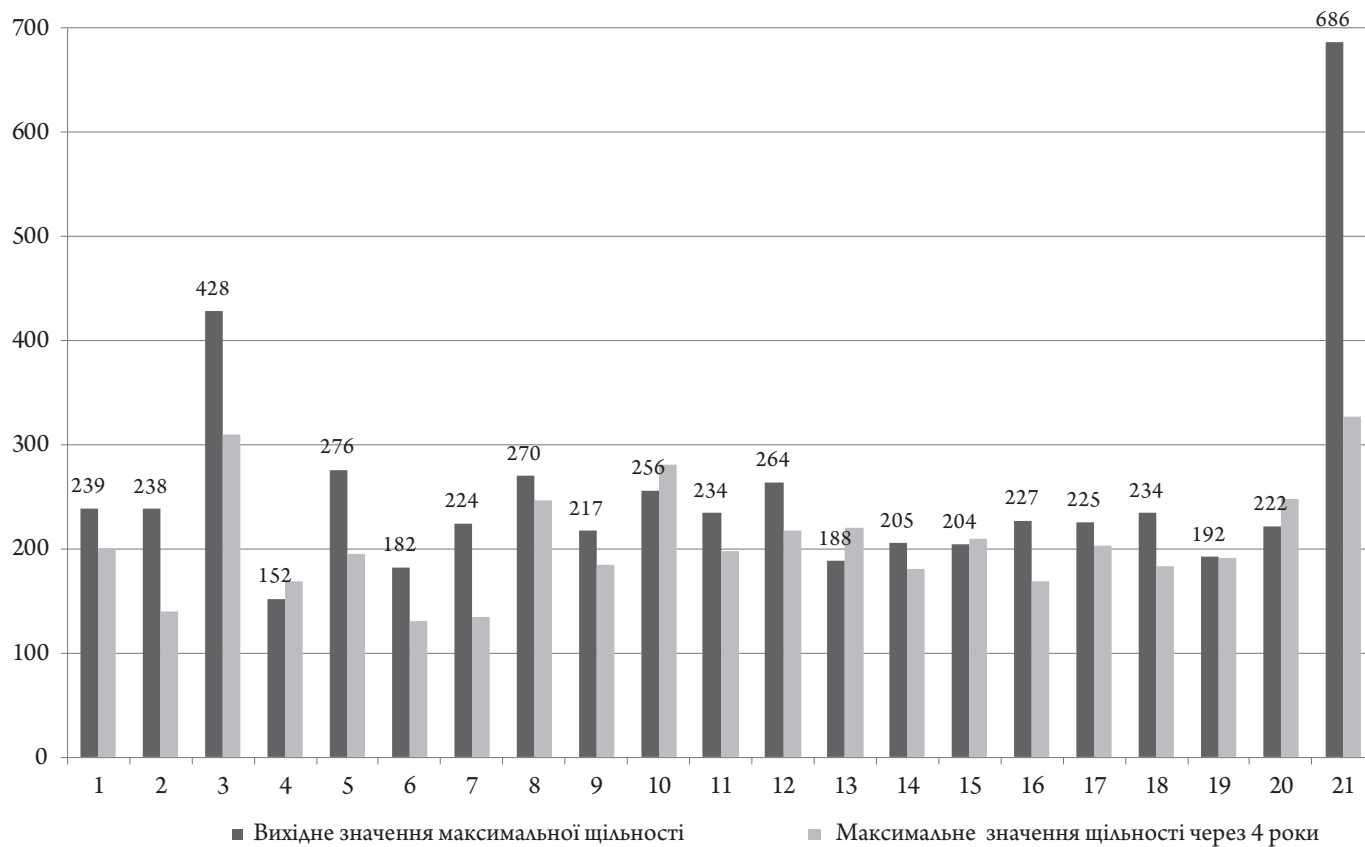


Рис. 3. Динаміка максимального значення МЩКТ хребців у пацієнтів з тяжкою БА.

Таблиця 1. Динаміка денситометричних показників хребців у пацієнтів з тяжкою БА

Терміни дослідження	Денситометричні показники в НУ (n = 21)		
	Середнє	Мінімальне	Максимальне
На початку дослідження	118,7 ± 11,3	4,8 ± 10,7	225,4 ± 25,1
Через 4 роки	81,0 ± 7,9#	-40,4 ± 10,5#	206,4 ± 11,7#

Примітка. # — різниця статистично значуща порівняно з даними на початку дослідження ($p < 0,01$).

що вказує про активацію процесів заміни губчастої речовини хребців жировою тканиною та прогресування ОП.

Поряд з зниженням денситометричних показників у пацієнтів з тяжкою БА АКТ залишався майже без змін — ($14,5 \pm 0,9$) балів та ($13,6 \pm 0,8$) балів

3D QCT Bone Mineral Densitometry

Patient Information

Name:

ID: 279

Date: 21.02.2013

Sex: Male

DOB: 17.01.1954

Age: 59

Exam: 19837

Radiologist:

Referring Physician:

Comments:

Analysis Results

BMD in mg/cc K_2HPO_4

T11: -
T12: -
L1: 78,4
L2: 78,5
L3: 78,7
L4: -
Average: 77,9
Age Matched Normal (UCSF): $129,2 \pm 28$
Z-Score: -1,83
T-Score: -3,57

Comparison with Previous Examinations

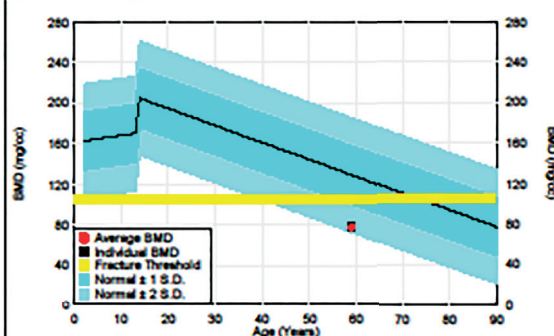
Date	Avg. BMD	Change (mg/cc)
21.02.2013	77,9	-

Change per year: -

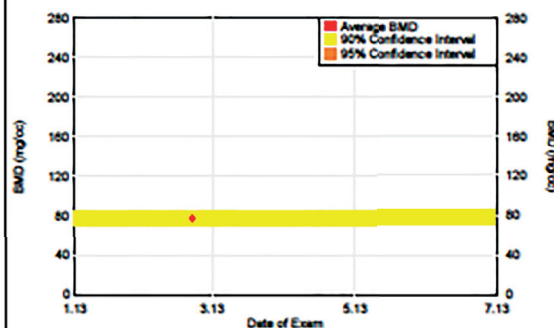
The above analysis based on BMD results for L1 and L2 and L3 from each exam.

Results do not include a correction for variations in bone marrow fat.

Confidence intervals based on a precision of 3,0 mg/cc.



Patient BMD Value Compared to Age and Sex Matched Control Data (UCSF)



Comparison with Previous Examinations

Interpretation: A spine bone density value in the range 50-80 mg/cm³ is indicative of osteoporosis. Most patients in this range have pre-existing vertebral fractures and are at risk of fracture at other sites.

Institute Ftiziarii i Pulmonologii • Amosova 10 • City/State/Country/ZIP • Tel (555) 555-5555 Fax (555) 555-5555

Рис. 4. Протокол денситометричного дослідження пацієнта А., виконаний за допомогою програми QCT Pro.

Таблиця 2. Показники ТЛФ у пацієнтів з тяжкою БА ($M \pm m$)

Показник	До початку дослідження (n = 21)		Через 4 роки (n = 21)	
	До проби, % від належного	Після проби, % від належного	До проби, % від належного	Після проби, % від належного
VC, %	79,1 $\pm$ 3,8	82,1 $\pm$ 3,5	75,2 $\pm$ 3,3	79,1 $\pm$ 4,3
IC, %	83,2 $\pm$ 4,9	86,4 $\pm$ 5,2	92,5 $\pm$ 9,5	92,6 $\pm$ 10,6
FEV ₁ , %	52,9 $\pm$ 3,7	56,4 $\pm$ 3,5	48,9 $\pm$ 3,6*	51,1 $\pm$ 5,6*
FEV ₁ /FVC	54,1 $\pm$ 2,3	56,5 $\pm$ 2,1	51,2 $\pm$ 2,2*	51,3 $\pm$ 3,1*
MEF _{75%}	27,7 $\pm$ 3,0	31,0 $\pm$ 3,1	22,5 $\pm$ 2,7*	26,3 $\pm$ 4,6*
MEF _{50%}	20,5 $\pm$ 2,8	23,6 $\pm$ 3,3	17,9 $\pm$ 2,0	19,7 $\pm$ 2,7
MEF _{25%}	19,4 $\pm$ 2,6	20,3 $\pm$ 2,5	21,5 $\pm$ 3,1	17,4 $\pm$ 1,9
PEF, %	54,6 $\pm$ 4,7	54,7 $\pm$ 4,4	47,5 $\pm$ 3,5	52,9 $\pm$ 4,0

Примітка. * — різниця статистично значуща порівняно з даними на початку дослідження ($p < 0,05$).

($p > 0,05$). Проте відбувалося прогресування бронхообструкції (таблиця 2).

Через 4 роки від початку спостереження відбувалося прогресування бронхообструкції, про що свідчило достовірне зниження показників ТЛФ — FEV₁, співвідношення FEV₁/FVC та MEF_{75%}. При цьому слід зазначити, що основний показник фіксованої бронхообструкції співвідношення FEV₁/FVC через 4 роки — до та після проби з бронхолітиком майже не змінювався і складав до проби з бронхолітиком (51,2 $\pm$ 2,2) % та після проби з бронхолітиком (51,3 $\pm$ 3,1) % ($p > 0,05$).

Наводимо найбільш показові клінічні приклади дослідження в динаміці денситометричних показників хребців у хворих на тяжку БА.

На рис. 4 представлено протокол денситометричного дослідження пацієнта А., 59 років, тривалість захворювання (БА + ХОЗЛ) — 12 років. Приймає симбікорт 320/9 мкг 2 рази на добу, симбікорт 160/4,5 мкг за потребою (в режимі SMART терапії.), спіриву 18 мкг — 1 вдих на добу. Середній показник МЩКТ, який дорівнює 77,9 г/см³, а також Z і T-критерії, які складають (–1,83) та (–3,57) відповідно, свідчать про наявність у пацієнта системного ОП.

На рис. 5 представлено аксіальний зріз КТ хребців пацієнта А. при проведенні денситометрії.

Як видно з даних рис. 5, середня щільність хребця становить 97 HU, мінімальна — 34 HU, максимальна — 240 HU, що відповідає ОП. На підставі

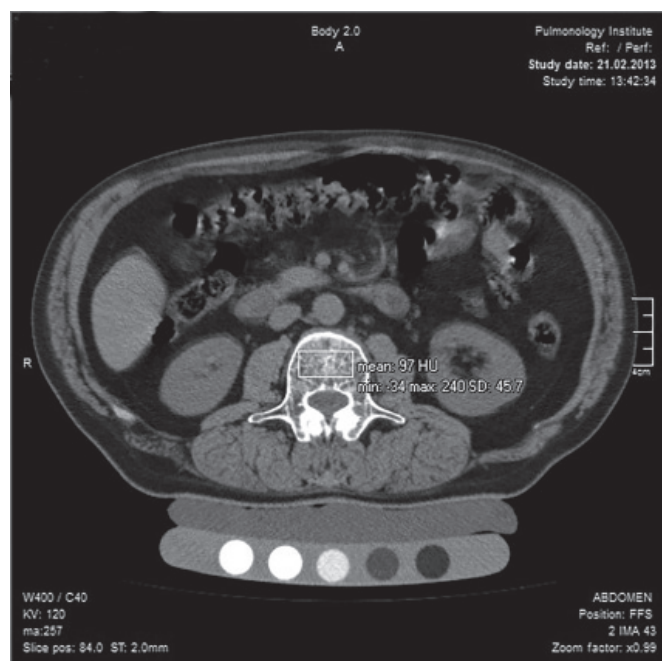


Рис. 5. Аксіальний зріз КТ ОГК пацієнта А. з денситометричними показниками хребця.

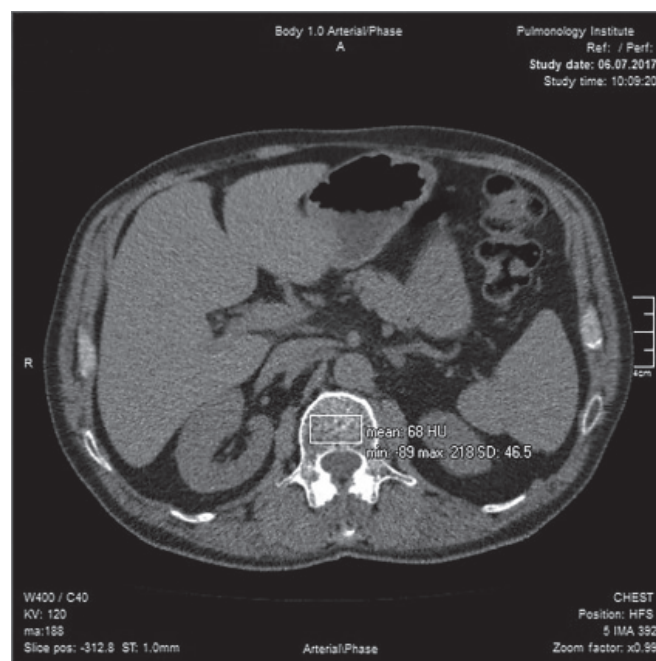


Рис. 6. Аксіальний зріз КТ ОГК пацієнта А. з денситометричними показниками хребця через 4 роки.

цього до базисної терапії БА, поєднаної з ХОЗЛ, пацієнту була призначена антиостеопоротична терапія відповідно до клінічних протоколів.

Через 4 роки на аксіальному зрізі КТ ОГК пацієнта А. визначається зниження значень денситометричних показників на тому самому місці поперекового відділу хребта (рис. 6). Середня щільність становить 68 НУ, мінімальна — 89 НУ, максимальна — 218 НУ, що свідчить про прогресування ОП. При цьому найбільші зміни відбуваються в значенні мінімальної щільності, що свідчить про більш інтенсивне заміщення

губчатої частини хребців жировою тканиною.

Протягом 4-х років поряд зі зниженням денситометричних показників (прогресуванням ОП) відбувалось прогресування бронхообструкції за даними ТЛФ. Так, до проби з бронхолітиком FEV_1 знизився з 31,1 % до 23,5 %; співвідношення FEV_1/FVC майже не змінювалось і складало 34,6 та 35,9 відповідно. Після проби з бронхолітиком FEV_1 знизився з 30,5 % до 26,19 %; FEV_1/FVC — з 40,2 до 37,1.

Таким чином, у пацієнта А. з ОП, не дивлячись на базисну терапію БА згідно національних стандар-

3D QCT Bone Mineral Densitometry

Patient Information

Name:

ID: 389

Date: 28.02.2013

Sex: Male

DOB: 22.12.1961

Age: 51

Exam: 19796

Radiologist:

Referring Physician:

Comments:

Analysis Results

BMD in mg/cc K_2HPO_4

T11: -

T12: -

L1: 128,0

L2: 116,3

L3: 108,9

L4: -

Average: 117,7

Age Matched Normal (UCSF): $142,6 \pm 28$

Z-Score: -0,89

T-Score: -2,15

Comparison with Previous Examinations

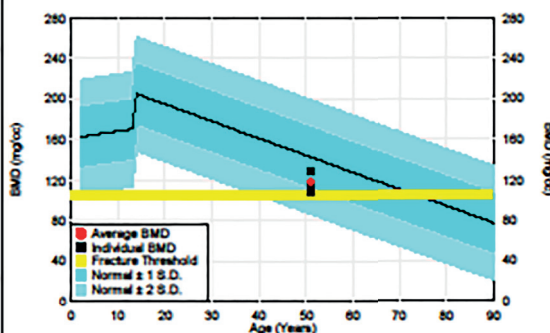
Date	Avg. BMD	Change (mg/cc)
28.02.2013	117,7	-

Change per year: -

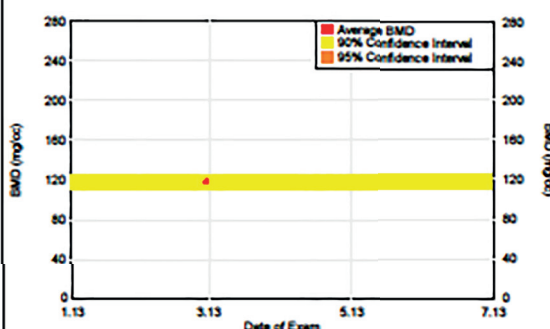
The above analysis based on BMD results for L1 and L2 and L3 from each exam.

Results do not include a correction for variations in bone marrow fat.

Confidence intervals based on a precision of 3,0 mg/cc.



Patient BMD Value Compared to Age and Sex Matched Control Data (UCSF)



Comparison with Previous Examinations

Interpretation: A spine bone density value in the range 80-120 mg/cm³ is indicative of osteopenia. The risk for fracture goes up as the bone density goes down, and some, but not all, individuals with BMD in the lower end of this range will have vertebral fractures.

Institute Ftiziarii i Pulmonologii• Amosova 10 • City/State/Country/ZIP • Tel (555) 555-5555 Fax (555) 555-5555

Рис. 7. Протокол денситометричного дослідження пацієнта С., виконаний за допомогою програми QCT Pro.

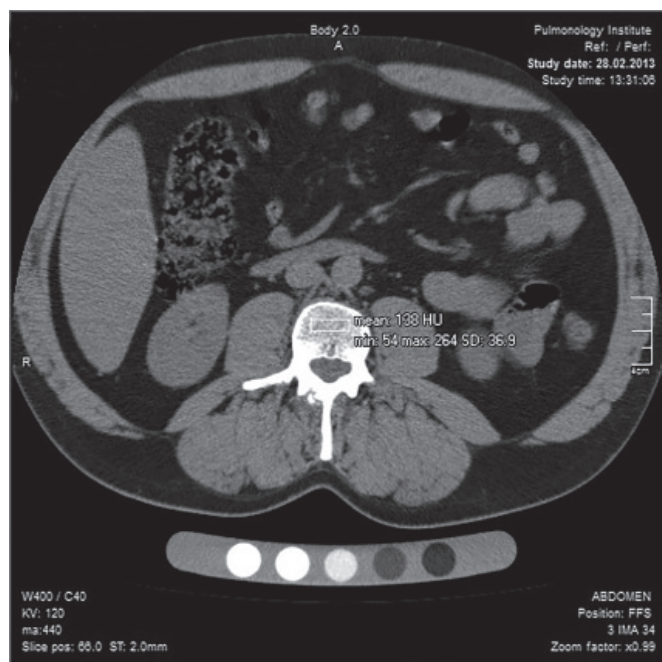


Рис. 8. Аксіальний зріз КТ ОГК пацієнта С. з денситометричними показниками хребця.

тів та антиостеопоротичну терапію, протягом наступних 4-х років відбувалось прогресування бронхообструкції та ОП.

Наступний клінічний приклад — пацієнт з остеопенією, у якого динаміка денситометричних показників досліджувалась протягом 8 років.

На рис. 7 представлено протокол денситометричного дослідження пацієнта С., 51 рік, тривалість

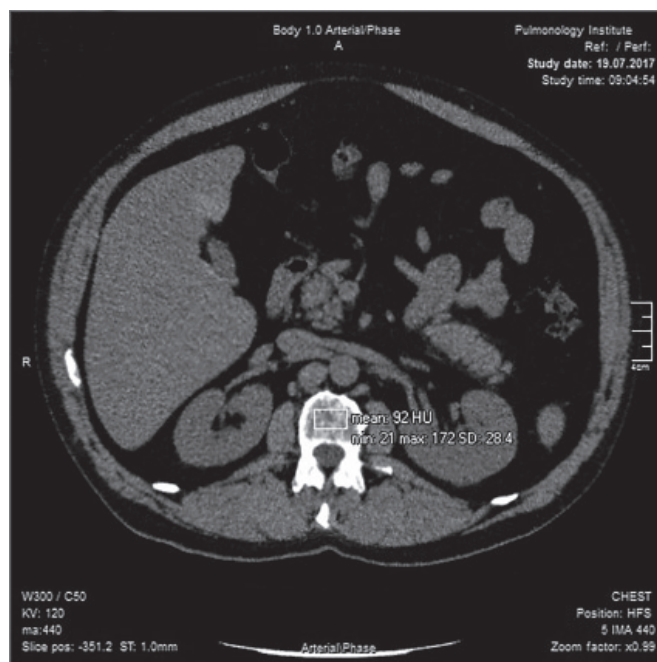


Рис. 9. Аксіальний зріз КТ ОГК пацієнта С. з денситометричними показниками хребця через 4 роки.

захворювання — 10 років. Приймає наступну базисну терапію: серетид — 250/25 мкг по 2 вдихи 2 рази на добу, спіриву 18 мкг — 1 вдих на добу, сальбутамол по 100 мг 1–2 вдихи за потребою. Середній показник МЩКТ, який дорівнює 117,7 г/см³, а також Z і T-критерії, які складають (–0,89) та (–2,15) відповідно, свідчать про наявність у хворого остеопенії.

На рис. 8 представлено аксіальний зріз КТ структури хребця при проведенні денситометрії.

Середня щільність хребця у даного пацієнта становить 138 HU, мінімальна — 54 HU, максимальна — 264 HU, що відповідає критеріям остеопенії.

Через 4 роки на аксіальному зрізі КТ ОГК пацієнта С. визначається зниження значень денситометричних показників на тому самому місці хребта (рис. 9). Середня щільність становить 92 HU, мінімальна — 21 HU, максимальна — 172 HU.

При дослідженні показників ТЛФ відбувалась незначна тенденція до прогресування бронхообструкції — до проби з бронхолітиком FEV₁ знизився з 53,1 % до 50,3 %; FEV₁/FVC — з 54,6 до 48,7. Після проби з бронхолітиком FEV₁ знизився з 58,6 % до 50,1 %; FEV₁/FVC — з 55,3 до 52,6.

Через 8 років на аксіальному зрізі КТ ОГК пацієнта С. визначається подальше зниження значень денситометричних показників на тому самому місці хребця (рис. 10). Середня щільність становить 71 HU, мінімальна — (–26) HU, максимальна —

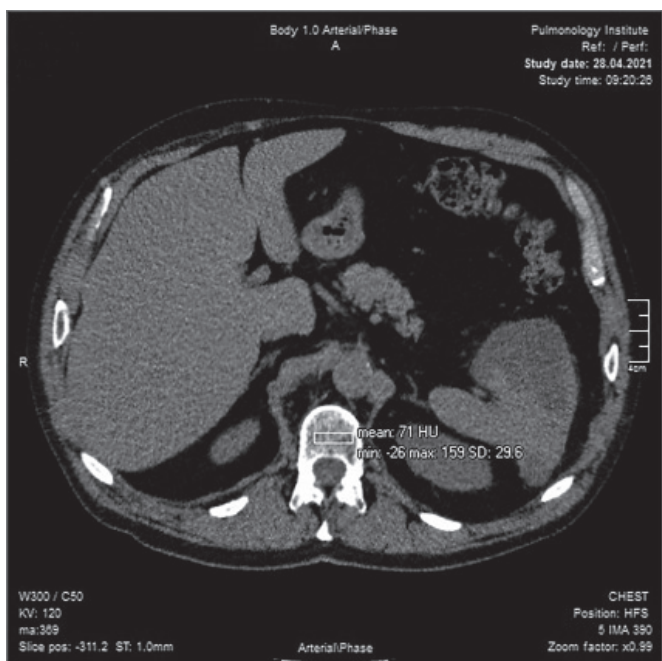


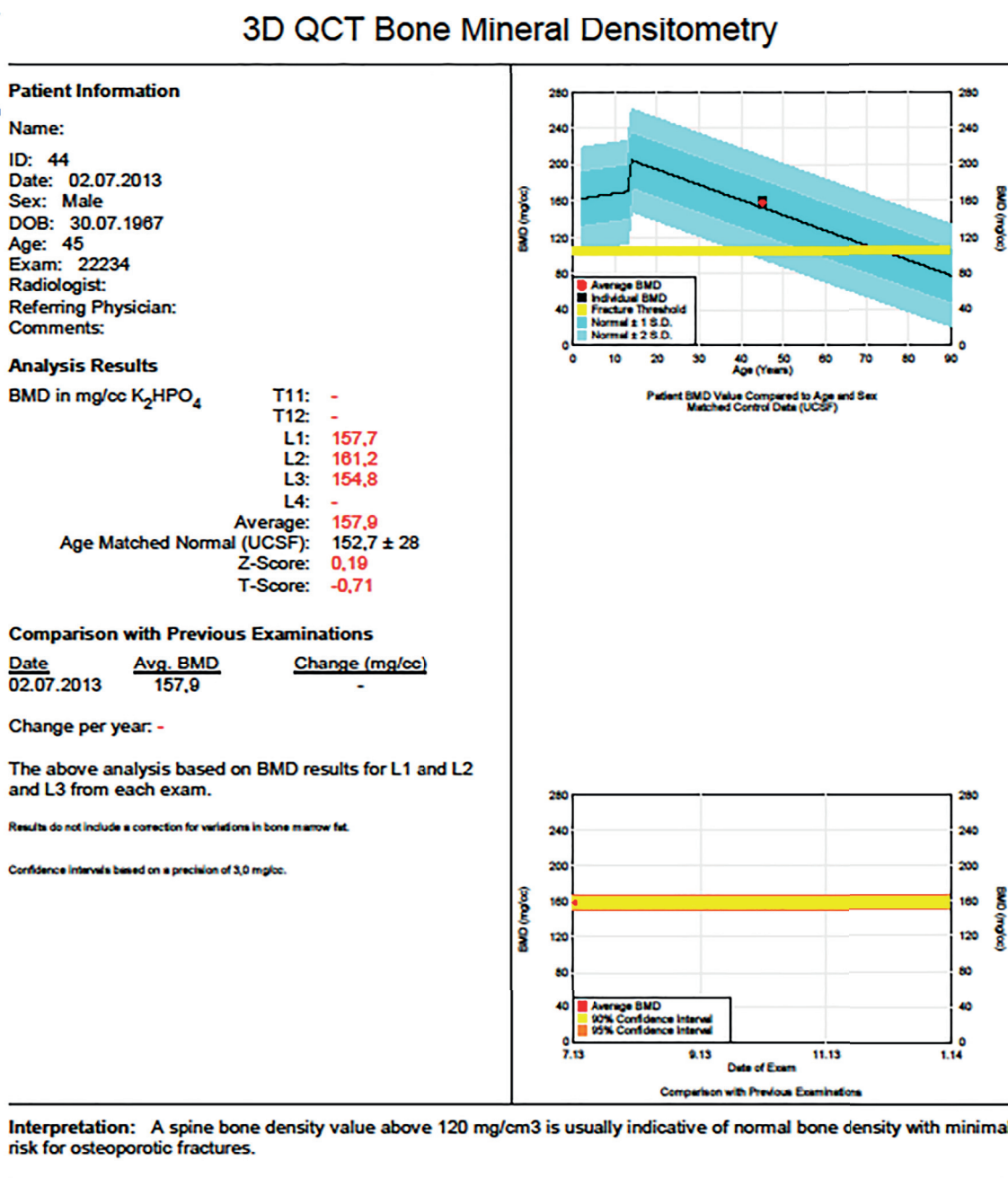
Рис. 10. Аксіальний зріз КТ ОГК пацієнта С. з денситометричними показниками хребця через 8 років.

на — 159 НУ, що свідчить про розвиток ОП у даного пацієнта.

Таким чином у пацієнта С, який знаходився на інгаляційній базисній терапії, не спостерігалось значного прогресування бронхообструкції за даними ТЛФ протягом 4-х років, а перехід остеопенії в ОП розвивався поступово — протягом 8 років.

Наступний клінічний приклад стосується пацієнта з тяжкою БА без порушень денситометричних показників. Динаміка показників досліджувалась протягом 8 років.

На рис. 11 представлено протокол денситометричного дослідження пацієнта П., 45 років, тривалість захворювання менше ніж у попередніх пацієнтів — 3 роки. Приймає базисну терапію: серетид 250/25 мкг по 2 вдихи 2 рази на добу, спіриву 18 мкг — 1 вдих на добу, сальбутамол — по 100 мг 1–2 вдихи за потребою. Середній показник МЩКТ, дорівнює 157,9 г/см³, Z і T-критерії складають (0,19) та (–0,71) відповідно, що відповідає нормі (порушення МЩКТ відсутні).



Instytut Ftiziarii i Pylmonologii• Amosova 10 • City/State/Country/ZIP • Tel (555) 555-5555 Fax (555) 555-5555

Рис. 11. Протокол денситометричного дослідження пацієнта П., виконаний за допомогою програми QCT Pro.

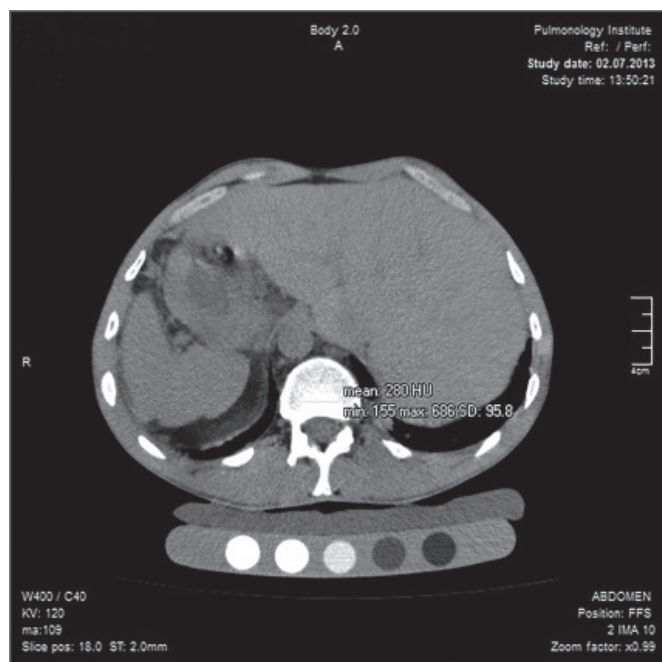


Рис. 12. Аксіальний зріз КТ ОГК пацієнта П. з денситометричними показниками хребця.

На рис. 12 представлено аксіальний зріз КТ хребта пацієнта П. при проведенні денситометрії.

Середня щільність хребця у даного пацієнта становить 280 HU, мінімальна — 155 HU, максимальна — 686 HU, що відповідає нормі.

Через 4 роки на аксіальному зрізі КТ ОГК пацієнта П. визначається зниження значень денситометричних показників на тому самому місці хребця

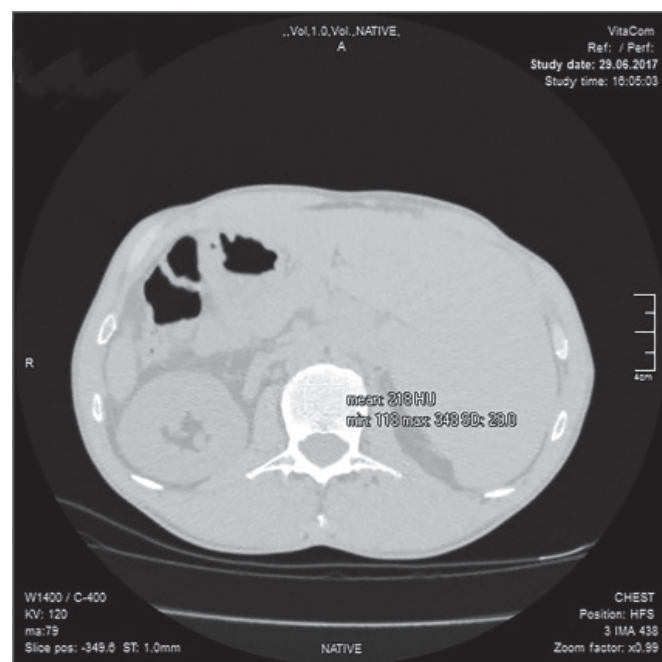


Рис. 13. Аксіальний зріз КТ ОГК пацієнта П. з денситометричними показниками хребця через 4 роки.

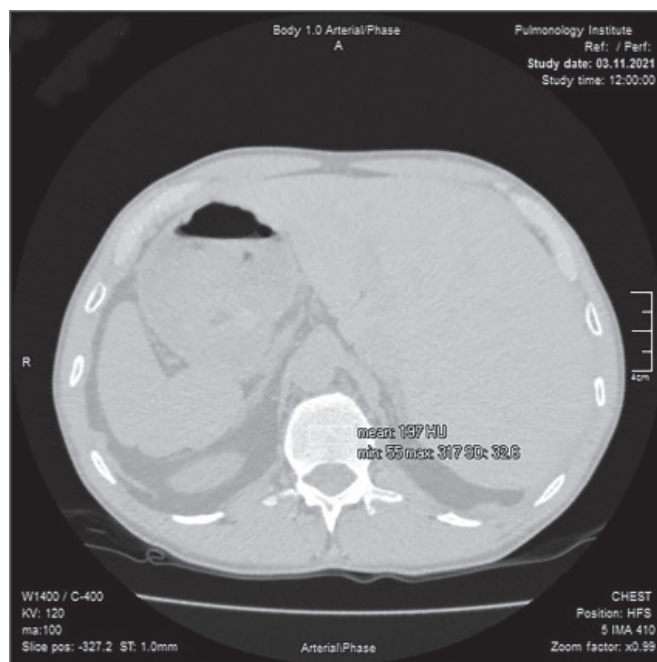


Рис. 14. Аксіальний зріз КТ ОГК пацієнта П. з денситометричними показниками хребця через 8 років.

(рис. 13), але залишається в межах норми. Середня щільність становить 218 HU, мінімальна — 118 HU, максимальна — 348 HU, що свідчить про відсутність порушень МЩКТ.

При дослідженні показників ТЛФ прогресування бронхообструкції майже не відбувалося. FEV₁ знизився до проби з бронхолітиком лише з 37,6 % до 36,03 %; FEV₁/FVC — з 54,1 до 53,7. Після проби з бронхолітиком FEV₁ знизився з 36,9 % до 35,2 %; FEV₁/FVC — з 53,3 до 52,6.

Через 8 років на аксіальному зрізі КТ ОГК пацієнта П. визначається подальше зниження значень денситометричних показників на тому самому місці хребта (рис. 14). Середня щільність становить 137 HU, мінімальна — 55 HU, максимальна — 317 HU, що свідчить про порушення МЩКТ. Середня щільність МЩКТ 137 HU знаходиться в межах діапазону 110–150 HU, що свідчить про розвиток остеопенії у даного пацієнта.

Таким чином у пацієнта П. з коротким терміном перебігу захворювання порівняно з попередніми пацієнтами — за 3 роки до першого дослідження, не спостерігалось значного прогресування бронхообструкції за даними ТЛФ протягом 4-х років. Показники денситометрії тривало залишалися в діапазоні норми, але протягом 8 років поступово знижувались, що призвело до розвитку остеопенії.

Висновки

1. У 95,2 % пацієнтів з тяжкою БА спостерігається системне порушення мінерального обміну хребців, що проявляється розвитком остеопенії у 38,1 % та остеопорозу — у 57,1 % пацієнтів. Лише 4,8 % пацієнтів не мають порушень МЩКТ.

2. Через 4 роки спостереження у всіх пацієнтів з тяжкою БА відбувається зниження ден-

ситометричних показників хребців, що вказує на розвиток та прогресування остеопенії та остеопорозу у даного контингенту пацієнтів навіть на тлі інгаляційної базисної терапії без застосування системних ГКС.

3. У всіх пацієнтів з тяжкою БА з остеопорозом спостерігається жирове переродження хребців.

DYNAMICS OF OSTEOPOROSIS DEVELOPMENT IN SEVERE BRONCHIAL ASTHMA PATIENTS ACCORDING TO COMPUTER TOMOGRAPHY OF THE CHEST ORGANS

Yu. I. Feshchenko¹, M. I. Lynnyk¹, M. I. Gumeniuk¹, V. I. Ignatieva¹, M. O. Polianska¹, G. L. Gumeniuk^{1,2}, S. G. Opimakh¹, L. A. Halai¹

¹State organization «Yanovski National scientific center of phthisiatry, pulmonology and allergology National academy of medical sciences of Ukraine», Kyiv, Ukraine

²Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract. Among patients with severe bronchial asthma (BA), osteoporosis (OP) is highly prevalent, which requires timely diagnosis of mineral metabolism disorders in this category of patients and the initiation of appropriate therapy. For this purpose, micro-X-ray structural analysis of vertebral bone tissue (Th_{12} , L_1-L_2) based on chest computer tomography (Chest CT) is relevant, as it allows for reduced radiation exposure to the patient and minimizes the need for additional X-ray examinations.

The aim: To evaluate the progression of OP in patients with severe asthma using chest CT and to illustrate findings through clinical cases.

Materials and methods. Chest CT in dynamics in 21 severe asthma patients who underwent densitometry with determination of the T-criterion, according to which bone mineral density (BMD) disorders were diagnosed, were analyzed. The T-criterion was determined using the “3D QCT” program in BMD units (mg/cm³) and HU. Further monitoring of the structure (Th_{12} , L_1-L_2) of the vertebrae was carried out using densitometric parameters of axial chest CT slices. In this case, the slices with the lowest densitometric parameters were selected. Control studies were performed after 4 years.

Results. Systemic pathological changes in bone tissue were found in 20 of 21 patients (95.2 %). Osteopenia was detected in 8 patients (38.1 %), and OP in 12 patients (57.1 %). After 4 years, a further decline in densitometric values was observed. All patients with OP had fatty degeneration of the vertebrae, as evidenced by negative minimum densitometric values. Along with the decrease in densitometric indicators, the progression of bronchial obstruction was observed in the studied patients. The most illustrative clinical examples of the study of the dynamics of densitometric indicators (Th_{12} , L_1-L_2) of the vertebrae in patients with severe asthma are presented.

Conclusions. It has been established that patients with severe asthma have systemic pathological changes in bone tissue. After 4 years all patients had a decrease in densitometric indicators (Th_{12} , L_1-L_2) of the vertebrae, which indicates the development and progression of osteopenia and OP in this group of patients.

Key words: bronchial asthma, micro-X-ray structural analysis, computer tomography, densitometry, osteoporosis, osteopenia.

REFERENCES

1. GINA. Global Strategy For Asthma Management And Prevention. Updated 2023. Available from: <https://ginasthma.org/2023-gina-main-report/> (last accessed 03.05.2024).
2. GOLD. Global strategy for prevention, diagnosis and management of COPD: 2024 report. Available from: <https://goldcopd.org/2024-gold-report/> (last accessed 03.05.2024).
3. Feshchenko YuI, Yashyna LO, Boiko DM, Gavrysiuk VK, ta in. Adaptovana klinichna nastanova, zasnovana na dokazakh: Bronkhialna astma (Adapted evidence-based clinical guideline: Bronchial asthma). Kyiv: Natsionalna akademiia medychnykh nauk Ukrainy. 2020. 128 s.
4. Feshchenko YuI, Gavrysiuk VK, Dziublyk OYa, Mostovyi YuM, ta in. Adaptovana klinichna nastanova, zasnovana na dokazakh. Khronichne obstruktyvne zakhvoriuvannya lehen (Adapted evidence-based clinical guideline: Chronic obstructive pulmonary disease). Kyiv: Natsionalna akademiia medychnykh nauk Ukrainy. 2020. 70 s.
5. Jha SS, Kumar M, Agrawal PK, Thakur DK. Osteoporosis in Asthma and COPD. Indian J Orthop. 2023;57(Suppl 1):200-208. doi: 10.1007/s43465-023-01048-5.
6. Feshchenko YuI, Yashyna LO, Polianska MO, Gumeniuk GL, Ignatieva VI, Opimakh SG, et al. Comorbidity in patients with bronchial asthma and risks of severe COVID-19 (a literature review). Asthma and allergy. 2022;3:41-49. DOI: 10.31655/2307-3373-2022-3-41-49.
7. Lee HJ, Kim CO, Lee DC. Association between Daily Sunlight Exposure and Fractures in Older Korean Adults with Osteoporosis: A Nationwide Population-Based Cross-Sectional Study. Yonsei Med J. 2021;62(7):593-599. doi: 10.3349/ymj.2021.62.7.593.
8. Yang CY, Cheng-Yen Lai J, Huang WL, Hsu CL, Chen SJ. Effects of sex, tobacco smoking, and alcohol consumption on osteoporosis development:

- Evidence from Taiwan biobank participants. *Tob Induc Dis*. 2021;19:52. doi: 10.18332/tid/136419.
9. Min CY, Yoo DM, Choi HG. Associations between Physical Activity, Sunshine Duration and Osteoporosis According to Obesity and Other Lifestyle Factors: A Nested Case-Control Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(9):4437. doi: 10.3390/ijerph18094437.
 10. Sadeghi H, Jehu DA, Daneshjoo A, Shakoor E, Razeghi M, Amani A, et al. Effects of 8 Weeks of Balance Training, Virtual Reality Training, and Combined Exercise on Lower Limb Muscle Strength, Balance, and Functional Mobility Among Older Men: A Randomized Controlled Trial. *Sports Health*. 2021;13(6):606-612. doi: 10.1177/1941738120986803.
 11. Kitsuda Y, Wada T, Noma H, Osaki M, Hagino H. Impact of high-load resistance training on bone mineral density in osteoporosis and osteopenia: a meta-analysis. *J Bone Miner Metab*. 2021;39(5):787-803. doi: 10.1007/s00774-021-01218-1.
 12. Jang SY, Park J, Ryu SY, Choi SW. Low muscle mass is associated with osteoporosis: A nationwide population-based study. *Maturitas*. 2020;133:54-59. doi: 10.1016/j.maturitas.2020.01.003.
 13. Mena-Montes B, Hernández-Álvarez D, Pedraza-Vázquez G, Toledo-Pérez R, Librado-Osorio R, García-Álvarez JA, et al. Low-Intensity Exercise Routine for a Long Period of Time Prevents Osteosarcopenic Obesity in Sedentary Old Female Rats, by Decreasing Inflammation and Oxidative Stress and Increasing GDF-11. *Oxid Med Cell Longev*. 2021;2021:5526665.
 14. Li S, Xi C, Li L, Long Z, Zhang N, Yin H, et al. Comparisons of different vitamin D supplementation for prevention of osteoporotic fractures: a Bayesian network meta-analysis and meta-regression of randomised controlled trials. *Int J Food Sci Nutr*. 2021;72(4):518-528. DOI: 10.1080/09637486.2020.1830264.
 15. Chiu KL, Lee CC, Chen CY. Evaluating the association of osteoporosis with inhaled corticosteroid use in chronic obstructive pulmonary disease in Taiwan. *Sci Rep*. 2021;11(1):724. doi: 10.1038/s41598-020-80815-y.
 16. Gronlund C, Christoffersen KS, Thomsen K, Masud T, Jepsen DB, Ryg J. Effect of blood-flow restriction exercise on falls and fall related risk factors in older adults 60 years or above: a systematic review. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2020;20(4):513-525.
 17. Feng W, Wang X, Huang D, Lu A. Role of diet in osteoporosis incidence: umbrella review of meta-analyses of prospective observational studies. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2021;1-10. DOI: 10.1080/10408398.2021.1989374.
 18. Li Y, Gao H, Zhao L, Wang J. Osteoporosis in COPD patients: Risk factors and pulmonary rehabilitation. *Clin Respir J*. 2022;16(7):487-496. DOI: 10.1111/crj.13514.
 19. Gumeniuk MI, Yashyna LO, Mazur IP, Ignatieva VI, Kharchenko-Sevriukova GS, Kuts VV. Features of food habits smoking and physical activity in chronic obstructive pulmonary disease patients in violation of mineral metabolism. *Asthma and allergy*. 2014;4:18-27.
 20. Oh JY, Lee YS, Min KH, Lee SY, Shim JJ, Kang KH, et al. Osteoporosis in Patients with Asthma-Chronic Obstructive Pulmonary Disease Overlap Syndrome. *Tuberc Respir Dis (Seoul)*. 2018;81(1):73-79. doi: 10.4046/trd.2017.0066.
 21. Dam TT, Harrison S, Fink HA, Ramsdell J, Barrett-Connor E; Osteoporotic Fractures in Men (MrOS) Research Group. Bone mineral density and fractures in older men with chronic obstructive pulmonary disease or asthma. *Osteoporos Int*. 2010;21(8):1341-9. doi: 10.1007/s00198-009-1076-x.
 22. Gumeniuk MI, Ignatieva VI, Gumeniuk GL, Lynnyk MI, et al. Aktualnist diahnozyky osteoporozy u khvorykh na bronkhoobstruktyvni zakhvoriuvannia lehen, yaki otrymuiut hliukokortykosteroidy (The relevance of osteoporosis diagnosis in patients with bronchoobstructive pulmonary diseases receiving glucocorticosteroids). *Ukrainskyi khimioterapevtychnyi zhurnal*. 2013;1(28):42-46.
 23. Yashyna LO, Gumeniuk MI, Mazur IP, Ignatieva VI, et al. Current diagnostics methods of mineral metabolism disorder in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Zbirnyk naukovykh prats spivrobitnykiv NMAPO imeni P. L. Shupyka*. 2013;22(2): 434-443.
 24. Feshchenko YuI, Lynnyk MI, Gumeniuk MI, Ignatieva VI, Polianska MO, Gumeniuk GL, et al. Micro-X-Ray structural analysis of the vertebrae in patients with broncho-obstructive lung disease according to computer tomography data. *Asthma and allergy (Ukraine)*. 2025;1:5-18. DOI: 10.31655/2307-3373-2025-1-5-18.
 25. Tho NV, Park HY, Nakano Y. Asthma-COPD overlap syndrome (ACOS): A diagnostic challenge. *Respirology*. 2016;21(3):410-8. doi: 10.1111/resp.12653.
 26. Alexa N, Marc M. Diagnostic Criteria for the Asthma-COPD Overlap (ACO) Still Room for Improvement. *Int J Pul & Res Sci*. 2017;1(4):1-3. DOI: 10.19080/IJOPRS.2017.01.555569.
 27. Nakaz MOZ Ukrainy vid 12.10.2006 № 676 "Klinichnyi protokol nadання medychnoi dopomohy khvorym iz osteoporozy" (Order of the Ministry of Health of Ukraine dated 12.10.2006 No. 676 "Clinical protocol for providing medical care to patients with osteoporosis"). MOZ Ukrainy. Available from: http://www.moz.gov.ua/ua/portal/dn_20061012_676.html (last accessed 08.01.2025).
 28. Morin SN, Feldman S, Funnell L, Giangregorio L, Kim S, McDonald-Blumer H, et al; Osteoporosis Canada 2023 Guideline Update Group. Clinical practice guideline for management of osteoporosis and fracture prevention in Canada: 2023 update. *CMAJ*. 2023;195(39):E1333-E1348. doi: 10.1503/cmaj.221647.
 29. Gregson CL, Armstrong DJ, Bowden J, Cooper C, Edwards J, Gittoes NJL, et al. UK clinical guideline for the prevention and treatment of osteoporosis. *Arch Osteoporos*. 2022;17(1):58. doi: 10.1007/s11657-022-01061-5.
 30. Qaseem A, Hicks LA, Etzeandia-Ikobaltzeta I, Shamliyan T, Cooney TG; Clinical Guidelines Committee of the American College of Physicians; Cross JT Jr, et al. Pharmacologic Treatment of Primary Osteoporosis or Low Bone Mass to Prevent Fractures in Adults: A Living Clinical Guideline From the American College of Physicians. *Ann Intern Med*. 2023;176(2):224-238. doi: 10.7326/M22-1034.

Цитування: Фещенко ЮІ, Линник МІ, Гуменюк МІ, Ігнат'єва ВІ, Полянська МО, Гуменюк ГЛ, та ін. Динаміка розвитку остеопорозу у пацієнтів з тяжкою бронхіальною астмою за даними комп'ютерної томографії органів грудної клітки. Астма та алергія. 2025;24(2):5-19. DOI: 10.31655/2307-3373-2025-24-2-5-19.

Cited: Feshchenko YuI, Lynnyk MI, Gumeniuk MI, Ignatieva VI, Polianska MO, Gumeniuk GL, et al. Dynamics of osteoporosis development in severe bronchial asthma patients according to computer tomography of the chest organs. *Asthma and allergy (Ukraine)*. 2025;24(2):5-19. DOI: 10.31655/2307-3373-2025-24-2-5-19. Ukrainian.

Декларація етики. Під час збору, аналізу та оприлюднення даних забезпечено конфіденційність пацієнтів, які надали добровільну письмову згоду на використання їх даних у науковій публікації.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Джерела фінансування. Робота виконувалась за кошти державного бюджету.

Ethics Declaration. During the collection, analysis, and publication of data, the confidentiality of patients who provided voluntary written consent to the use of their data in a scientific publication was ensured.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Funding. The work was carried out with funds from the state budget.

Відомості про авторів

Ю. І. Фещенко

Академік НАМН України,
Доктор мед. наук, професор.
Генеральний директор ДУ «Національний науковий центр фтизіатрії, пульмонології та алергології імені Ф. Г. Яновського НАМН України».
10, М. Амосова, м. Київ, 03038, Україна.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4505-8287>

М. І. Линник*

Завідуючий відділом епідеміологічних та організаційних проблем фтизіопульмонології ДУ «Національний науковий центр фтизіатрії, пульмонології та алергології імені Ф. Г. Яновського НАМН України»,
Д-р мед. наук
10, М. Амосова, 03038, м. Київ, Україна.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0011-7482>

М. І. Гуменюк

Провідний науковий співробітник відділення технологій лікування неспецифічних захворювань легень,
ДУ «Національний науковий центр фтизіатрії, пульмонології та алергології імені Ф. Г. Яновського НАМН України»
Д. мед. н., професор
10, вул. М. Амосова, Київ, 03038, Україна
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4365-6224>

В. І. Ігнат'єва

Старший науковий співробітник відділення діагностики, терапії і клінічної фармакології захворювань легень, Д
У «Національний науковий центр фтизіатрії, пульмонології та алергології імені Ф. Г. Яновського НАМН України»,
Канд. мед. наук.
10, М. Амосова, 03038, м. Київ, Україна.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0604-4349>

М. О. Полянська

Завідувачка відділення діагностики, терапії і клінічної фармакології захворювань легень ДУ «Національний науковий центр фтизіатрії, пульмонології та алергології імені Ф. Г. Яновського НАМН України».
Канд. мед. наук.
10, М. Амосова, 03038, м. Київ, Україна.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0305-7988>

Г. А. Гуменюк

Професор кафедри фтизіатрії і пульмонології Національного університету охорони здоров'я України імені П. А. Шупика.
Д-р мед. наук, професор.
Старший науковий співробітник відділення діагностики, терапії і клінічної фармакології захворювань легень ДУ «Національний науковий центр фтизіатрії, пульмонології та алергології імені Ф. Г. Яновського НАМН України».
10, М. Амосова, 03038, м. Київ, Україна.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8160-7856>

С. Г. Опімах

Старший науковий співробітник відділення діагностики, терапії і клінічної фармакології захворювань легень ДУ «Національний науковий центр фтизіатрії, пульмонології та алергології імені Ф. Г. Яновського НАМН України».
Канд. мед. наук.
10, М. Амосова, 03038, м. Київ, Україна.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4631-2048>

Л. А. Галай

Лікар відділення диференційної діагностики туберкульозу та неспецифічних захворювань легень,
ДУ «Національний науковий центр фтизіатрії, пульмонології та алергології імені Ф. Г. Яновського НАМН України»,
10, М. Амосова, 03038, м. Київ, Україна.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4383-1309>

Information about authors

Yu. I. Feshchenko

Academician of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine,
Dr. Med. Sci., Professor.
General Director of the SO «National scientific center of phthisiatry, pulmonology and allergology named after F. G. Yanovskyi NAMS of Ukraine».
10, M. Amosova, Kyiv, 03038, Ukraine.

M. I. Lynnyk

Head of Department of epidemiology and organizational problems of phthisiology, State organization «National scientific center of phthisiatry, pulmonology and allergology named after F. G. Yanovskiy NAMS of Ukraine»,
Dr. Med. Sci.
10 M. Amosova str., Kyiv, 03038, Ukraine

M. I. Gumeniuk

Leading researcher Department of technologies of treatment of nonspecific lung diseases,
State organization «National scientific center of phthisiatry, pulmonology and allergology named after F. G. Yanovskiy NAMS of Ukraine»,
Doctor of medicine, professor
10, M. Amosova str., Kyiv, 03038, Ukraine

V. I. Ignatieva

Senior Researcher, Department of Diagnostics, Therapy and Clinical Pharmacology of Lung Diseases,
State organization «National scientific center of phthisiatry, pulmonology and allergology named after F. G. Yanovskiy NAMS of Ukraine»,
Candidate of Medical Science.
10 M. Amosova str., Kyiv, 03038, Ukraine

M. O. Polianska

Head of the Department of Diagnostics, Therapy and Clinical Pharmacology of Lung Diseases,
State organization «National scientific center of phthisiatry, pulmonology and allergology named after F. G. Yanovskiy NAMS of Ukraine»,
Candidate of Medical Science.
10 M. Amosova str., Kyiv, 03038, Ukraine.

G. L. Gumeniuk

Professor of phthisiology and pulmonology department Shupyk National Healthcare University of Ukraine
Dr. Med. Sci., Professor.
Senior Researcher, Department of Diagnostics, Therapy and Clinical Pharmacology of Lung Diseases SO «National scientific center of phthisiatry, pulmonology and allergology named after F.G. Yanovsky NAMS of Ukraine».
10 M. Amosova str., Kyiv, 03038, Ukraine.

S. G. Opimakh

Senior Researcher, Department of Diagnostics, Therapy and Clinical Pharmacology of Lung Diseases SO «National scientific center of phthisiatry, pulmonology and allergology named after F.G. Yanovsky NAMS of Ukraine».
Candidate of Medical Science.
10 M. Amosova str., Kyiv, 03038, Ukraine.

L. A. Halai

Doctor of the department of differential diagnosis of tuberculosis and non-specific lung diseases,
State organization «National scientific center of phthisiatry, pulmonology and allergology named F.G. Yanovsky NAMS of Ukraine»,
10 M. Amosova str., Kyiv, 03038, Ukraine.

Надійшла до редакції / Received: 13.03.2025 р.
Після доопрацювання / Revised: 21.04.2025 р.
Прийнято до друку / Accepted: 08.05.2025 р.