

МОЖЛИВОСТІ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТОМОГРАФІЇ В ОБСТЕЖЕННІ ХВОРИХ НА БРОНХІАЛЬНУ АСТМУ, ХРОНІЧНЕ ОБСТРУКТИВНЕ ЗАХВОРЮВАННЯ ЛЕГЕНЬ ТА В ДОСЛІДЖЕННІ МІНЕРАЛЬНОЇ ЩІЛЬНОСТІ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ

М. І. Гуменюк, Г. Л. Гуменюк, М. І. Линник, В. І. Ігнат'єва

ДУ "Національний інститут фтизіатрії і пульмонології імені Ф.Г. Яновського НАМН України"

Резюме. У статті представлено інформацію про можливості комп'ютерної томографії (КТ) в обстеженні хворих на бронхіальну астму (БА), хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ) та в дослідженні мінеральної щільності кісткової тканини. КТ дозволяє встановити морфофункціональний стан легеневої паренхіми і за допомогою денситометричних показників оцінити ступінь фіброзних та емфізематозних змін у хворих на БА та ХОЗЛ, що в комплексі з клінічним і функціональним обстеженнями дає повне уявлення про перебіг захворювання, дозволяє об'єктивно оцінити ефективність лікування. Наведено дані про те, що у хворих на БА та ХОЗЛ спостерігається системне порушення мінерального обміну. Комп'ютерна денситометрія є найбільш інформативним методом діагностики порушень мінерального обміну кісткової тканини. На клінічному прикладі продемонстровано можливості комп'ютерної томографії в обстеженні хворого на хронічне обструктивне захворювання легень та в дослідженні мінеральної щільності кісткової тканини. **Висновок:** КТ та комп'ютерну денситометрію необхідно впроваджувати до переліку обов'язкових методів дослідження в стандартизованих протоколах надання медичної допомоги хворим на БА та ХОЗЛ, що дозволить проводити ранню діагностику морфофункціональних змін легеневої паренхіми та порушень мінерального обміну кісткової тканини у даного контингенту хворих.

Ключові слова: бронхіальна астма, хронічне обструктивне захворювання легень, комп'ютерна томографія, комп'ютерна денситометрія.

М. І. Гуменюк

Провідний науковий співробітник відділення

технологій лікування неспецифічних захворювань легень, д. мед. н.

ДУ «Національний інститут фтизіатрії і пульмонології ім. Ф. Г. Яновського НАМН України»,

03038, Україна, м. Київ, вул. М. Амосова, 10, e-mail: mykolagumeniuk@gmail.com

Астма та Алергія, 2019, № 2, С. 46–55.

POSSIBILITIES OF COMPUTED TOMOGRAPHY IN EXAMINATION OF PATIENTS WITH BRONCHIAL ASTHMA, CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE AND IN THE STUDY OF BONE MINERAL DENSITY

M. I. Gumeniuk, G. L. Gumeniuk, N. I. Linnik, V. I. Ignatieva

Abstract. The article presents information about the possibilities of computed tomography (CT) in the examination of patients with bronchial asthma (BA), chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and in the study of bone mineral density. CT allows to establish the morphofunctional state of pulmonary parenchyma and using densitometric indices to evaluate the degree of fibrous and emphysematous changes in patients with BA and COPD, which in combination with clinical and functional examinations gives a notion of the course of the disease, allows to objectively evaluate the effectiveness of treatment. The data show that patients with BA and COPD have a systemic disorder of mineral metabolism. Computer densitometry is the most informative method of diagnosing disorders of bone mineral metabolism. The clinical case demonstrates the possibilities of computed tomography in the examination of the patient with chronic obstructive pulmonary disease and in the study of bone mineral density. **Conclusion:** CT and computer densitometry should be included in the list of mandatory examination methods in standardized protocols for medical care of patients

with BA and COPD, which will allow early diagnosis of morphofunctional changes in pulmonary parenchyma and disorders of mineral bone tissue in this contingent of patients.

Key words: bronchial asthma, chronic obstructive pulmonary disease, computed tomography, computer densitometry.

Mykola Gumeniuk

Doctor of Medical Science, Leading researcher

Department of technologies of treatment of nonspecific lung diseases

SO "National institute of phthisiology and pulmonology named after F. G. Yanovskyi NAMS of Ukraine"

10, M. Amosova str., 03038, Kyiv, Ukraine, e-mail: mykolagumeniuk@gmail.com

Asthma and Allergy, 2019, 2, P. 46–55.

ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ОБСЛЕДОВАНИИ БОЛЬНЫХ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ, ХРОНИЧЕСКИМ ОБСТРУКТИВНЫМ ЗАБОЛЕВАНИЕМ ЛЕГКИХ И В ИССЛЕДОВАНИИ МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ

Н. И. Гуменюк, Г. Л. Гуменюк, Н. И. Линник, В. И. Игнатъева

Резюме. В статье представлена информация о возможностях компьютерной томографии (КТ) в обследовании больных бронхиальной астмой (БА), хроническим обструктивным заболеванием легких (ХОЗЛ) и в исследовании минеральной плотности костной ткани. КТ позволяет установить морфофункциональное состояние легочной паренхимы и с помощью денситометрических показателей оценить степень фиброзных и эмфизематозных изменений у больных БА и ХОЗЛ, что в комплексе с клиническим и функциональным обследованиями дает полное представление о течении заболевания, позволяет объективно оценить эффективность лечения. Приведены данные о том, что у больных БА и ХОЗЛ наблюдается системное нарушение минерального обмена. Компьютерная денситометрия является наиболее информативным методом диагностики нарушений минерального обмена костной ткани. На клиническом примере продемонстрированы возможности компьютерной томографии в обследовании больного хроническим обструктивным заболеванием легких и в исследовании минеральной плотности костной ткани. **Вывод:** КТ и компьютерную денситометрию необходимо внедрять в перечень обязательных методов исследования в стандартизированных протоколах оказания медицинской помощи больным БА и ХОЗЛ, что позволит проводить раннюю диагностику морфофункциональных изменений легочной паренхимы и нарушений минерального обмена костной ткани у данного контингента больных.

Ключевые слова: бронхиальная астма, хроническое обструктивное заболевание легких, компьютерная томография, компьютерная денситометрия.

Н. И. Гуменюк

ведущий научный сотрудник отделения

технологий лечения неспецифических заболеваний легких, д. мед. н.

ГУ «Национальный институт фтизиатрии и пульмонологии им. Ф. Г. Яновского НАМН Украины»,

03038, Украина, г. Киев, ул. М. Амосова, 10, e-mail: mykolagumeniuk@gmail.com

«Астма и аллергия», 2019, № 2, С. 46–55.

Хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ) і бронхіальна астма (БА) є однією з найбільш серйозних медико-соціальних проблем як в Україні, так і в усьому світі. Актуальність цієї проблеми обумовлена, насамперед, високими показниками розповсюженості, інвалідизації та смертності від цих захворювань [13].

За даними ВООЗ, серед працездатного населення поширеність ХОЗЛ становить 6 %.

Це захворювання займає 4 місце серед провідних причин смерті, а до 2020 року вийде на 3 місце. ХОЗЛ є причиною 1/5 випадків непрацездатності в США. Економічний збиток від цієї патології складає — 316 тис. доларів на одну особу в рік. Середня вартість лікування тяжкого загострення захворювання — близько 7300 доларів, а непрямі витрати сягають 3,5 тисяч доларів на одного пацієнта. Протерапія діагностика та ефективне лікування дозволя-

ють досягти стійкого контролю над захворюванням. Тому науковцями різних країн світу ведуться дослідження по вивченню патогенезу ХОЗЛ, створенню вискоєфективних протизапальних, бронхолітичних та інших патогенетичних засобів, визначається роль фенотипів, загострень захворювання, ускладнень та коморбідності в перебігу даної патології.

Особлива увага приділяється загостренням ХОЗЛ. Саме вони є головною причиною прогресування захворювання, звернення пацієнтів за медичною допомогою і госпіталізацією, а також погіршення якості життя хворих і зростання смертності від ХОЗЛ. Наявність хоча б одного загострення, яке потребувало госпіталізації, підвищує ризик смерті в 2 рази, а наявність 3 і більше загострень — в 4 рази, по відношенню до пацієнтів, у яких не було загострень.

Тому прогресування ХОЗЛ, його прогноз багато в чому визначаються частотою та тяжкістю загострень. Поступовий розвиток пневмосклерозу призводить окрім порушення дренажної функції бронхів до деформації бронхіального дерева (виникнення бронхоектазів, ателектазів, вікарної емфіземи), легеневої гіпертензії [7, 9].

В Україні щорічно БА вперше діагностується приблизно у 8 тис. хворих. За офіційними статистичними даними, розповсюдженість захворювання серед дорослого населення в 2014–2016 рр. залишалася приблизно на одному рівні і не перевищувала 0,5 %. Однак, на думку експертів ВООЗ, в нашій країні цей показник занижений приблизно в 10 разів, тобто кількість хворих на БА реально складає 2,3 млн. осіб. Смертність від БА в Україні серед дорослих за останні три роки становила 0,3 на 100 тис. населення.

На теперішній час БА розглядають не як єдиний діагноз, а як клінічний синдром, гетерогенний за своїми проявами, патофізіологічними механізмами, особливостями запалення. Гетерогенна природа БА підкреслюється у керівництві GINA (2014–2017 рр.) в новому визначенні захворювання, а в клінічну практику все більш активно впроваджується поняття фенотипу БА, який слід враховувати при виборі схеми лікування. Перспективним та об'єктивним методом ідентифікації фенотипів БА є кластерний аналіз, а сучасною стратегією ведення хворих на БА і ХОЗЛ — досягнення контролю над симптомами хвороби [13, 19, 20].

БА та ХОЗЛ — це самостійні бронхообструктивні захворювання з різним патогенезом, тактикою ведення, відповіддю на лікування, прогнозом, проте вони мають багато спільних ознак, особливо при тяжкому тривалому перебігу. Перебіг бронхообструктивних захворювань обумовлений комплексом морфологічних, патофізіологічних змін, які відрізняються при легкому та середньої тяжкості перебігу БА та ХОЗЛ [6, 17], а при тяжкому — з часом набувають спільних рис [28]. Обидва захворювання характеризуються обмеженням легеневого повітряного потоку на рівні дрібних дихальних шляхів. Причиною цього є зміни на рівні термінальних відділів респіраторного тракту, звуження дихальних бронхіол внаслідок бронхіоліту, ремоделювання стінок бронхіол і формування клапанного механізму повітрянаповнення альвеол [21].

В підходах до діагностики БА із тяжким перебігом та ХОЗЛ також є багато спільного. Запалення дихальних шляхів та порушення бронхіальної прохідності при обох захворюваннях є підставою для використання більшості діагностичних заходів як при БА, так і при ХОЗЛ [8, 15].

Метою даної роботи було провести аналіз літературних джерел та продемонструвати на клінічному прикладі можливість комп'ютерної томографії в обстеженні хворих на бронхіальну астму, хронічне обструктивне захворювання легень та в дослідженні мінеральної щільності кісткової тканини.

Діагноз бронхообструктивних захворювань легень заснований на наявності певних клінічних симптомів та характерних змін показників функції зовнішнього дихання. Міжнародними та національними стандартами визначено два функціональних критерія, що свідчать про наявність та ступінь тяжкості бронхообструкції — це об'єм форсованого видиху за першу секунду — FEV_1 та співвідношення FEV_1/FVC . Повторюване в часі (протягом декількох візитів) зниження співвідношення FEV_1/FVC нижче 70 % є діагностичним критерієм ХОЗЛ [19]. Але зниження цього співвідношення може спостерігатися не тільки при ХОЗЛ. Наприклад, у цілком здорової людини, якщо в неї добре розвинуті вентиляційні резерви легень (збільшені життєва ємність легень (VC), форсована життєва ємність легень (FVC)), при значенні FEV_1 ближче до нижнього ліміту норми співвідношення FEV_1/FVC також буде менше 70 %. У людей похилого віку часто фізіологічне зменшення FEV_1 відбувається швидше, ніж FVC, за рахунок чого це співвідношення також зменшується [14, 28, 29].

Одним із факторів, які обмежують працездатність та знижують якість життя хворих як з астмою, так і з ХОЗЛ, є зниження толерантності до фізичного навантаження через відчуття задишки. Значним чином причиною задишки є гіперінфляція легень — патологічне збільшення об'єму повітря, що залишається в легенях наприкінці спокійного видиху [7, 23]. Своєчасне виявлення цього ускладнення дуже важливе ще й тому, що гіперінфляція легень сприяє розладам гемодинаміки, призводить до дисфункції лівого шлуночку [23, 24].

З функціональної точки зору гіперінфляція (надмірна повітряність легень) проявляється збільшенням загальної ємності легень (TLC, *total lung capacity* — об'єм повітря, який можуть вміщувати легені наприкінці максимального вдиху), що за даними бодіплетізмографії складає вище 120 % від належних величин, а також збільшенням функціональної залишкової ємності легень (ITGV, *intrathoracic gas volume* — внутрішньогрудного об'єму газу (об'єму повітря, що залишається в легенях наприкінці спокійного видиху, коли дихальна мускулатура перебуває в стані спокою). ITGV в нормі складає близько 50 % від TLC у молоді та 55 % у старших осіб [25]). Значення цих показників за даними бодіплетізмографії вище 120 % від належних величин відносять до легеневої гіперінфляції. При цьому відбувається збільшення залишкового об'єму (RV, *residual volume* — об'єму повітря, що залишається в легенях наприкінці максимального видиху). В нормі у молодих осіб RV складає 25 % від TLC, а у старших осіб — 30 % [25]). При ХОЗЛ збільшення TLC асоціюється з емфіземою, а збільшення ITGV — зі статичною та динамічною складовими гіперінфляції легень. Динамічна гіперінфляція легень — це варіабельне підвищення легеневого об'єму наприкінці видиху, яке виникає при погіршенні прохідності бронхів під час збільшення вентиляції, бронхоспазму або загостренні захворювання [15].

Таким чином, гіперінфляція легень є функціональним поняттям, в той час як емфізема, яка визначається як деструкція легеневої тканини з дилатацією термінальних бронхіол — морфологічним [16]. Відповідно для діагностики гіперінфляції легень використовують функціональні легеневі тести, тоді як верифікацію емфіземи доцільно проводити за даними комп'ютерної томографії [26, 27].

Рентгенографічне дослідження органів грудної клітки стало провідним і обов'язковим методом в оцінці макроструктури й топографо-анатомічного стану легень у хворих на ХОЗЛ і БА. У той же час, його можливості суттєво обмежені на ранніх етапах захворювання і суб'єктивні в оцінці. Комп'ютерна томографія (КТ) є фундаментальним методом променевої діагностики захворювань органів грудної порожнини, при застосуванні якого відпадає необхідність у використанні значної кількості інвазивних методів діагностики. Чутливість сучасної КТ при діагностиці захворювань органів грудної порожнини становить понад 94 % в порівнянні з іншими рентгенологічними методами [6].

Розробка та впровадження КТ значно розширили можливості променевої діагностики. Основними перевагами обчислювальної томографії перед плівковою є — висока інформативність зображення, мінімальна доза ефективного опромінення пацієнта, зручність архівування й витягу даних, відсутність рентгенівської плівки й хімікатів, висока пропускна здатність апаратури, низька вартість розхідних матеріалів [5].

Можливість одержання безлічі аксіальних зрізів принципово відрізняє КТ від усіх інших рентгенологічних методів, у тому числі й цифрової рентгенографії. Зображення при КТ позбавлене сумарного ефекту. На його формування не впливають число, обсяг, форма й взаємне розташування тканин, через які проходять рентгенівські промені. Ця особливість суттєво збільшує обсяг інформації, що отримується в кожному скані у порівнянні з рентгенографією або поздовжньою томографією.

КТ відкрила нові можливості в діагностиці БА та ХОЗЛ, насамперед значно підвищила значимість та достовірність денситометричних показників, тобто можливість кількісної оцінки щільності досліджуваних тканин і середовищ, яку виражають в умовних одиницях за шкалою Хаунсфілда (HU). Різні тканини та середовища мають різні за величиною коефіцієнти поглинання: щільність поглинання води за цією шкалою становить 0 HU, повітря –1000 HU, легені –600 HU, кістки +1000 HU, крові — від 28 до 62 HU, жиру –100 HU [6].

Наприклад, КТ-сканер Aquilion TSX-101A виробництва фірми “Toshiba”, (Японія), дозволяє досліджувати шари легеневої тканини товщиною від 0,5 мм. Результати досліджень записуються на електронні носії (CD-диски), з подальшим опрацюванням їх за допомогою стандартних програм (дайком-в'юверів — Vitrea-2, Sante DICOM Viever FREE, eFilm Lite, K-Pacs).

Метод дозволяє за допомогою денситометричних показників об'єктивно оцінювати ступінь фіброзних та емфізематозних змін легеневої тканини, проводити дослідження тонких шарів на основі стандартних аксіальних зрізів, та отримати реконструкцію без будь-якої деформації зображення та локалізувати патологічні зміни.

Проведення багат шарової реконструкції зображень в прямій та боковій проекції дозволяє отримати повну картину морфофункціонального стану легень хворих та не потребує додаткового рентгенологічного дообстеження (бронхографії, ангиографії та ін.), а програмне опрацювання стандартних зрізів дозволяє отримати розміри та щільності як судин, так і повітряпрохідних шляхів значно менших за 2 мм у діаметрі [6].

Програмне забезпечення дає змогу співставляти аналогічні зрізи при проведенні контрольних КТ. Проведення КТ в динаміці є об'єктивним показником контролю ефективності лікувальних заходів у хворих на ХОЗЛ і БА [5].

Таким чином, КТ на сьогодні є найбільш інформативним методом дослідження бронхолегеневої системи у хворих на ХОЗЛ та БА, який не тільки дозволяє встановити морфофункціональний стан легеневої паренхіми, але й за допомогою денситометричних показників об'єктивно оцінювати його динаміку. Враховуючи хронічний прогресуючий перебіг ХОЗЛ та БА, доцільно проводити оцінку не тільки клінічних і функціональних показників, але й досліджувати морфологічні ознаки та денситометричні показники при вихідному та контрольному проведенні КТ у всіх хворих цієї категорії для об'єктивної оцінки прогресування захворювання та оцінки ефективності проведених лікувальних заходів [5, 6]. Та на жаль цей метод діагностики не входить до переліку обов'язкових методів дослідження в стандартизованих протоколах надання медичної допомоги хворим на БА та ХОЗЛ.

Супутні захворювання зустрічаються при усіх ступенях тяжкості бронхообструктивних захворювань легень та можуть значно погіршувати прогноз. Деякі з них виникають незалежно від основного захворювання, інші можуть бути причинно-зв'язаними з ним — або за рахунок спільних факторів ризику, або за рахунок того, що одне захворювання фактично збільшує ризик іншого. Так, системне запалення, притаманне ХОЗЛ, є спільним для інших захворювань і є фактором, що пов'язує ХОЗЛ та деякі з цих захворювань [2, 19].

Гіпоксичні стани, які виникають при тривалому перебігу ХОЗЛ та БА, призводять до порушення киснево-відновлювальних процесів і трофіки кісткової тканини. Хворі на ХОЗЛ і БА відносяться до групи ризику виникнення порушень мінерального обміну. Остеопороз (ОП) у хворих на ХОЗЛ та БА із тяжким перебігом виникає вторинно — як наслідок системного запального процесу, метаболічних порушень, довготривалої гіпоксії, застосування інгаляційних та системних глюкокортикостероїдів (ГКС), зниження

фізичної активності, толерантності до фізичного навантаження і носить системний характер [1, 9, 10, 18]. В ряді наукових робіт доведено, що вірогідність виникнення ОП у хворих на ХОЗЛ підвищується з тривалістю основного захворювання, тривалістю тютюнокуріння та прогресуванням бронхообструкції [10, 27]. За даними деяких досліджень частота остеопеній і ОП у хворих на ХОЗЛ сягає 60 % [2, 4].

ХОЗЛ розвивається у осіб переважно зрілого та похилого віку (після 40 років), тому і вторинний ОП при ХОЗЛ виникає на тлі розвитку інволюційних порушень мінерального обміну, метаболічних та імунологічних розладів [2, 22]. Сучасні дослідження

свідчать про те, що дистрофічно-деструктивні процеси в тканинах пародонта, а також процеси обміну в кістковій тканині альвеолярного відростка тісно пов'язані з структурно-функціональним станом кісткової системи організму. Тому патологічні процеси пародонта у хворих на бронхообструктивні захворювання легень з порушенням мінерального обміну клінічно проявляються симптомами генералізованого пародонтиту та його ускладненням — ранньою втратою зубів та вторинною адентією [4].

Найбільш достовірним методом дослідження структурно-функціонального стану кісткової системи слід вважати дослідження мінеральної щільності

Національний інститут фізіотерапії і пульмонології ім. Ф.Г. Яновського НАМН України



Фамилия: _____ Идентификатор: БАГ1956
 Имя: _____
 Дата рождения: 20.12.1956 Возраст: 56 Years
 Пол: male Рост: 180,0 cm
 Вес: 110,0 kg

Bodyplethysmographie

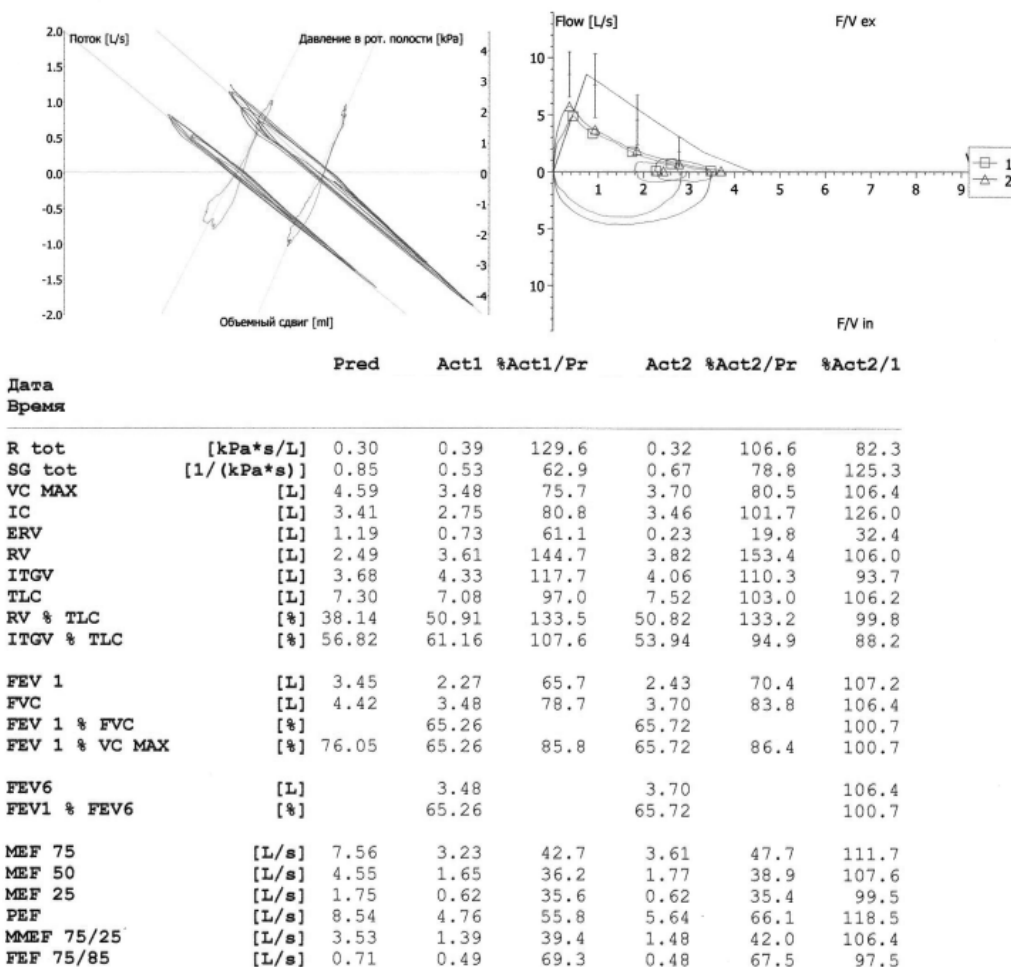


Рис. 1. Спирометрія та бодіплетизмографія хворого Б.

кісткової тканини (МЩКТ) за допомогою комп'ютерної денситометрії, яка на сьогодні є найбільш інформативним методом діагностики порушень мінерального обміну кісткової тканини [11, 12]. Застосування комп'ютерної денситометрії дозволяє одержувати тривимірне зображення та робити пряме визначення щільності, а також виконувати просторовий розподіл сигналів від трабекулярної та кортикальної частини кісток. Метод дозволяє кількісно аналізувати ступінь поглинання рентгеновського випромінювання різними тканинами. Томограф вимірює МЩКТ у поперечному перерізі кістки й дозволяє диференційовано оцінювати щільність у трабекулярній та кортикальній частині, одержуючи дійсні значення МЩКТ у г/см^3 . При використанні цього методу відсутнє проєкційне накладення кісткових структур і навколишніх тканин, а також із зони дослідження виключаються змінені ділянки кістки [4, 30].

При дослідженні можливостей різних методів виміру МШКТ для оцінки ризику переломів хребців було доказано, що показники комп'ютерної денситометрії з відхиленням від нормальних величин нижче 2 SD на 40 % точніше вказують на ймовірність переломів у порівнянні з даними вимірів рентгеновською денситометрією [3, 30]. Не дивлячись на те, що комп'ютерна денситометрія дозволяє проводити ранню діагностику порушень мінерального обміну кісткової тканини, цей метод як і КТ органів грудної клітини не входить до переліку обов'язкових методів дослідження в стандартизованих протоколах надання медичної допомоги хворим на БА та ХОЗЛ.

Наводимо приклад обстеження хворого на ХОЗЛ, коли КТ та комп'ютерна денситометрія проводились на багатозрізовому комп'ютерному томографі Aquilion TSX-101A «Toshiba» (Японія). Діагностику ОП проводили за допомогою ліцензійної програми «QST Pro» на основі дослідження мінеральної щільності (МЩ) поперекових (L1–L3) хребців.

Хворий Б, 1956 року народження, спостерігається з приводу ХОЗЛ протягом 10 років. З 2012 р. в якості базисної терапії приймає тіотропію бромід 18 мг через Хенді Хейлер один раз на добу, салбутамол — за потребою. Пацієнт має виражені клінічні симптоми захворювання. Рахунок клінічних симптомів ХОЗЛ за шкалою тесту оцінки ХОЗЛ (САТ-тесту) складав 21 бал, задишка за шкалою модифікованої шкали оцінки задишки Медичної Дослідницької Ради (mMRC) — 2 бали. За останній рік мав 2 загострення ХОЗЛ, які виникали на тлі ГРВІ та не потребували госпіталізації. Комбінована оцінка згідно з симптомами та ризиком загострень, свідчить про належність хворого до клінічної групи D.

Загальний аналіз крові — без особливостей. Абсолютна кількість еозинофілів крові не перевищує 100 в мкл.

На остеопороз ніколи не обстежувався. Відмічає ранню втрату зубів. Протягом останніх 5 років користується знімними протезами верхньої та нижньої щелеп.

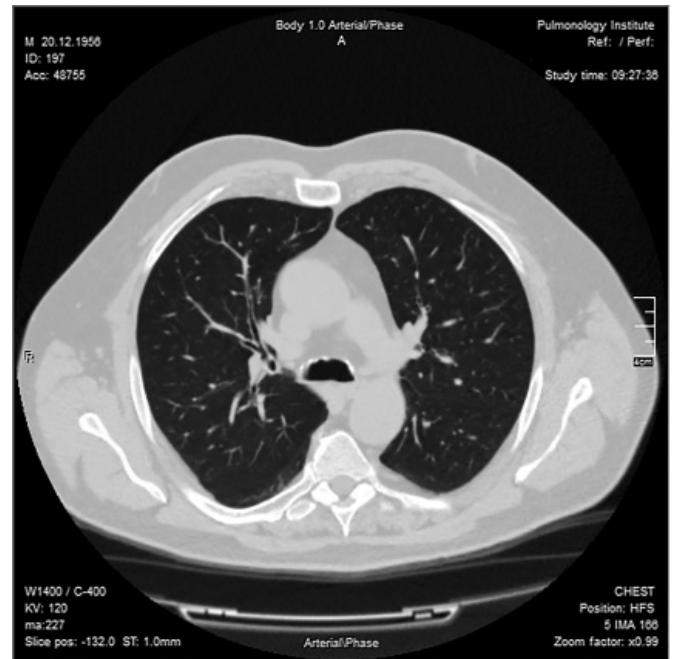


Рис. 2. Аксіальний зріз КТ хворого Б.

Дані спірометрії та бодіплетизмографії в пробі з бронхолітиком представлені на рис. 1. За результатами функціонального дослідження через 30 хвилин після проби з бронхолітиком (салбутамол 400 мкг) виявлено порушення бронхіальної прохідності: FEV_1 — 70,4 %, FEV_1/FVC — 65,72, що відповідає спірометричній класифікації GOLD 2. RV до проби з бронхолітиком був підвищеним і складав 144,7 %, ITGV — 117,7 %, що свідчило про наявність гіперінфляції легень. TLC знаходилася в межах норми — 97,0 % за рахунок зниження резервного об'єму видиху (ERV) — 61,1 %.

Після проби з бронхолітиком спостерігався перерозподіл легеневої об'єми наступним чином. TLC майже не змінювалась і складала — 103,0 %. RV збільшився до 153,4 %, а ERV ще більш зменшився — до 19,8 %. ITGV складав 110,3 %.

Такі результати спірометрії та бодіплетизмографії не відповідали тяжкості клінічних симптомів у хворого Б. Для більш детального уявлення про морфофункціональний стан легень проведена діагностична КТ.

На рис. 2 представлено аксіальний зріз КТ хворого Б., за даними якого видно, що паренхіма обох легень підвищеної пневматизації (по типу парасептальної емфіземи). Щільність легеневої тканини в периферійній зоні складає (-980 HU). Білатерально визначається підсилений, деформований легеневий малюнок за рахунок перибронхіального, периваскулярного фіброзу.

У правій легені визначається симптом «трамвайної колії» представлений розширеними двома сегментарними та субсегментарними бронхами, що за морфофункціональною картиною відповідає тяжкості клінічних симптомів захворювання у даного пацієнта.

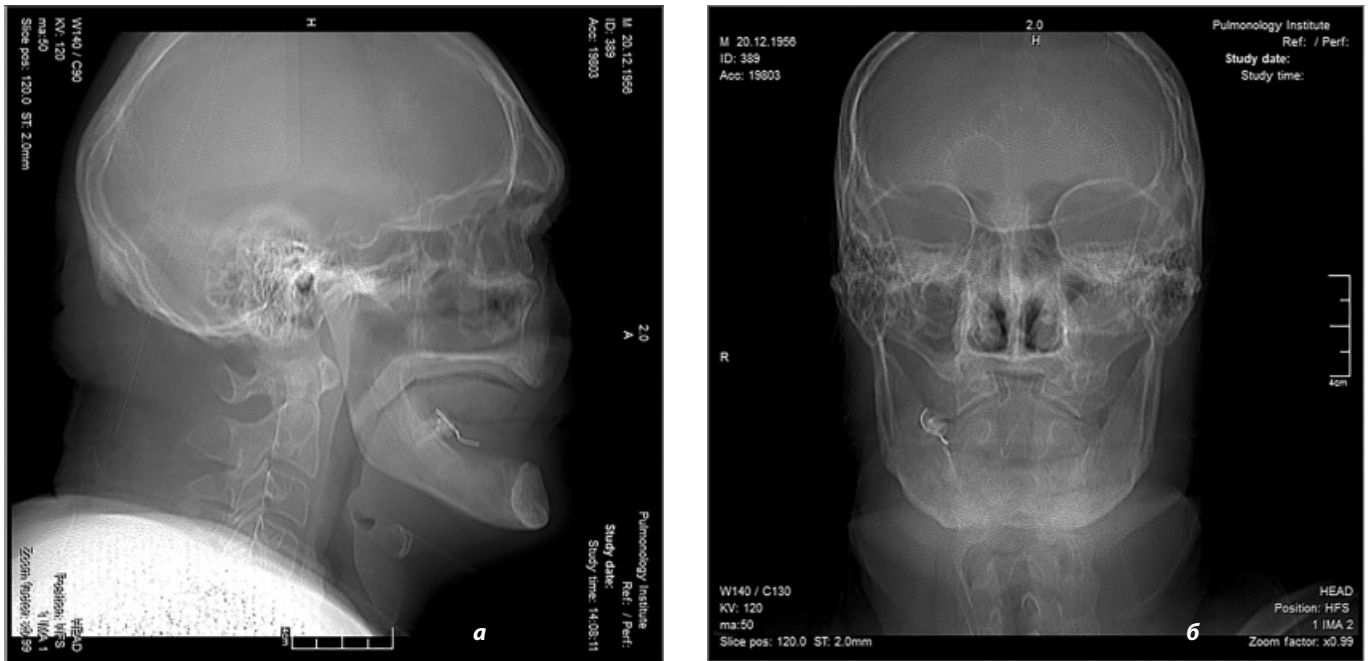


Рис. 6. Топограма голови хворого Б. в прямій (а) та в боковій (б) проекціях.

На рис. 3 представлено протокол денситометричного дослідження хворого Б. Середній показник МЩКТ, який дорівнює 85,3 г/см³, а також Z і T-критерії, які складають (-1,75) та (-3,31) відповідно, свідчать про наявність у хворого системного остеопорозу.

На рис. 4–5 представлено топограму люмбально-го відділу хребта в боковій проекції та аксіальний зріз КТ поперекових (L1–L3) хребців хворого Б. при проведенні денситометрії.

На рис. 6 представлено топограму голови хворого Б. в боковій та прямій проекціях, на яких визначається повна вторинна адентія верхньої та нижньої щелеп, атрофія альвеолярного відростка, наявність поліпу лівої гайморової пазухи.

На підставі проведеного обстеження хворому встановлено заключний діагноз: ХОЗЛ, клінічна група D, GOLD 2. Емфізема легень (верифікована КТ). Супутні захворювання: остеопороз. Вторинна адентія.

Враховуючи, що у хворого на тлі тривалої базисної монотерапії М-холінолітиком тривалої дії (тіотропія бромід через Хенді Хейлер 18 мг/доба) спостерігалось

2 загострення, до тіотропія броміду додатково призначено β₂-агоніст тривалої дії формотерол 12 мкг 2 рази на добу. Консультація спеціаліста ревматолога з приводу остеопорозу. Контрольне обстеження у пульмонолога — через 3 місяці.

Висновки

1. КТ дозволяє встановити морфофункціональний стан легеневої паренхіми і за допомогою денситометричних показників об'єктивно оцінити ступінь фіброзних та емфізематозних змін у хворих на БА та ХОЗЛ, що в комплексі з клінічним і функціональним обстеженнями дає повне уявлення про тяжкість перебігу захворювання.

2. У хворих на БА та ХОЗЛ спостерігається системний характер порушення мінерального обміну.

3. Комп'ютерна денситометрія є найбільш інформативним методом діагностики порушень мінерального обміну кісткової тканини. КТ та комп'ютерну денситометрію необхідно впроваджувати до переліку обов'язкових методів дослідження в стандартизованих протоколах надання медичної допомоги хворим на БА та ХОЗЛ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуменюк М. І., Ігнат'єва В. І., Гуменюк Г. Л., Линник М. І., Харченко-Севрюкова Г. С. Актуальність діагностики остеопорозу у хворих на бронхообструктивні захворювання легень, які отримують глюкокортикостероїди. Український хіміотерапевтичний журнал. 2013. № 1 (28). С. 42–46.
2. Гуменюк М. І., Мазур І. П., Ігнат'єва В. І., Харченко-Севрюкова Г. С. Актуальність діагностики порушень мінерального обміну і захворювань пародонта у хворих на хронічне обструктивне захворювання легень. Новини стоматології. 2013. № 2 (75), дод. С. 16.
3. Власова І. С. Комп'ютерна томографія в діагностиці остеопороза. Остеопороз и остеопатии. 1998. № 2. С. 13–15.
4. Гуменюк М. І., Мазур І. П., Ігнат'єва В. І., Линник М. І., Харченко-Севрюкова Г. С., Куц В. В. Дослідження мінеральної щільності поперекових хребців і денситометричних показників щільності губчастої речовини альвеолярного

REFERENCES

1. Gumenyuk MI, Ignatieva VI, Gumenyuk GL, Lynnyk MI, Kharchenko-Sevryukova HS. Aktualnist diahnozyky osteoporozu u khvorykh na bronkhoobstruktyvni zakhvoriuvannya lehen, yaki otrymuiut hliukokortykosteroidy (Actuality of the diagnosis of osteoporosis in patients with broncho-obstructive pulmonary disease receiving glucocorticosteroids). Ukrainskyi khimioterapevtychnyi zhurnal. 2013;1(28):42–46.
2. Gumenyuk MI, Mazur IP, Ignatieva VI, Kharchenko-Sevryukova HS. Aktualnist diahnozyky porushen mineralnoho obminu i zakhvoriuvan parodonta u khvorykh na khronichne obstruktyvne zakhvoriuvannya lehen (Urgency of diagnostics of disorders of mineral metabolism and periodontal diseases in patients with chronic obstructive pulmonary disease). Novyny stomatolohii. 2013;2(75):16.
3. Vlasova IS. Komp'yuternaya tomografiya v diagnostike osteoporoz (Computed tomography in the diagnosis of osteoporosis). Osteoporoz i osteopatii. 1998;2:13–15.

- відростка та бугра верхньої щелепи у хворих на хронічне обструктивне захворювання легень. Укр. пульмонол. журн. 2014. № 1. С. 18–24.
5. Линник М. И., Гуменюк Г. Л., Мусієнко Н. М. Информативность современной многосрезовой компьютерной томографии и основные причины ошибочной интерпретации получаемых данных при обследовании фтизиопульмонологических больных. Астма та алергія. 2012. № 3. С. 65–71.
 6. Линник М. И., Гуменюк Г. Л., Мусієнко Н. М. Возможности застосування мультиспиральной компьютерной томографии в обстеженні хворих з хронічним обструктивним захворюванням легень та бронхіальною астмою. Астма та алергія. 2009. № 3–4. С. 55–61.
 7. Фещенко Ю. И., Яшина Л. О., Назаренко К. В., Москаленко С. М., Опімах С. Г., Мусієнко Н. М. Возможности диагностики гиперинфляции та эмфиземы легень у хворих з поєднаним перебігом бронхіальної астми та хронічного обструктивного захворювання легень на первинному та спеціалізованому рівнях надання медичної допомоги. Укр. пульмонол. журн. 2018. № 1. С. 7–13. DOI: 10.31215/2306-4927-2018-99-1-7.
 8. Ю. И. Фещенко и др. Оптимизация клинико-функционального состояния пациентов с тяжелой персистирующей бронхиальной астмой. Астма та алергія. 2008. № 1–2. С. 11–15.
 9. Яшина Л. О., Гуменюк М. И., Ігнат'єва В. І., Гуменюк Г. Л., Харченко-Севрюкова Г. С. Особенности этиологии та патогенезу остеопорозу у хворих на хронічне обструктивне захворювання легень. Астма та алергія. 2013. № 2. С. 35–41.
 10. Гуменюк М. И., Яшина Л. О., Мазур І. П., Ігнат'єва В. І., Харченко-Севрюкова Г. С. Особенности харчових звичок, тютюнокуріння та фізичної активності у хворих на хронічне обструктивне захворювання легень з порушеннями мінерального обміну. Астма та алергія. 2014. № 4. С. 18–27.
 11. Соболевская А. А. Диагностика постменопаузального остеопороза методом количественной компьютерной томографии и мониторинг заместительной гормональной терапии : дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2003. 165 с.
 12. Яшина Л. О., Гуменюк М. И., Мазур І. П., Ігнат'єва В. І., Линник М. И., Гуменюк Г. Л., Харченко-Севрюкова Г. С. Сучасні методи діагностики порушень мінерального обміну у хворих на хронічне обструктивне захворювання легень. Збірник наукових праць співробітників НМАПО імені П.Л. Шупика, випуск 22, книга 2. С. 434–443.
 13. Фещенко Ю. И. Актуальні проблеми сучасної пульмонології. Укр. пульмонол. журн. 2011. № 2. С. 5–12.
 14. Capderou A., Berkani M., Becquemin M. H., Zelter M. A Method to Derive Lower Limit of Normal for the FEV1/Forced Expiratory Volume at 6 s of Exhalation Ratio From FEV1/FVC Data. Chest. 2009. Vol. 135. P. 408–418. doi: 10.1378/chest.08-1769.
 15. Hyatt R. E., Cowl C. T., Bjoraker J. A., Scanlon P. D. Conditions Associated With an Abnormal Nonspecific Pattern of Pulmonary Function Tests. Chest. 2009. Vol. 135. P. 419–424. doi: 10.1378/chest.08-1235.
 16. Dubé B-P., Guerdier A., Morelot-Panzini C., et al. The clinical relevance of the emphysema hyperinflated phenotype in COPD. COPD Research and Practice. 2016. Vol. 2(1). P. 1–11. doi.org/10.1186/s40749-015-0017-7.
 17. Williamson J. P. et al. Elastic Properties of the Central Airways in Obstructive Lung Diseases Measured Using Anatomical Optical Coherence Tomography. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2011. Vol. 183. P. 612–619. DOI: 10.1164/rccm.201002-0178OC.
 18. Garcia-Rio F., Lores V., Mediano O., et al. Daily physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease is mainly associated with dynamic hyperinflation. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2009. Vol. 180. P. 506–512. doi.org/10.1164/rccm.200812-1873OC.
 19. GOLD Global initiative for chronic obstructive lung diseases (GOLD). Global strategy for diagnosis, management and prevention of chronic obstructive lung diseases. NHLB/WHO work shop report. URL: <https://goldcopd.org/gold-2019-global-strategy-diagnosis-management-prevention-copd> (last accessed: 04.06.19).
 20. Garcia-Aymerich J. et al. Identification and prospective validation of clinically relevant chronic obstructive pulmonary disease (COPD) subtypes. Thorax. 2011. Vol. 66. P. 430–437. doi: 10.1136/thx.2010.154484.
 21. Lee J., Nordestgaard B. G., Dahl M. EPHX1 polymorphisms, COPD and asthma in 47,000 individuals and in meta-analysis. Eur. Respir. J. 2011. Vol. 37. P. 18–25. doi: 10.1183/09031936.00012110.
 22. Yashyna L. O., Gumenyuk N. I., Ignatieva V. I., Lynnyk N. I., Kharchenko-Sevryukova G. S. Mineral metabolism and pathological process of periodontal in patients with chronic obstructive pulmonary disease. URL: <http://www.thepharmajournal.com/vol31sue2> (last accessed: 14.05.19)
 23. O'Donnell D. E. Hyperinflation, dyspnea, and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. Proc. Am. Thorac. Soc. 2006. Vol. (3). P. 180–184.
 24. O'Donnell D. E., Webb K. A., Alberto Neder J. Lung hyperinflation in COPD: applying physiology to clinical practice. COPD Research and Practice. 2015. Vol. 1(4). P. 1–12. doi.org/10.1186/s40749-015-0008-8.
 25. Puente-Maestu L, Stringer W. W. Hyperinflation and its management in COPD. International Journal of COPD. 2006. Vol. 1(4). P. 381–400.
 4. Gumenyuk MI, Mazur IP, Ignatieva VI, Lynnyk MI, Kharchenko-Sevryukova HS, Kuts VV. Doslidzhennia mineralnoi schilnosti poperekovykh khrebstiv i densytometrychnykh pokaznykiv shchilnosti hubchastoi rechovyny alveoliarnoho vidrostka ta buhra verkhnoi shchelepy u khvorykh na khronichne obstruktyvne zakhvoriuvannia lehen (Investigation of the mineral density of the lumbar vertebrae and densitometric indices of the density of the spongy substance of the alveolar appendix and the maxillary hollow in patients with chronic obstructive pulmonary disease). Ukr. pulmonol. zhurn. 2014;1:18–24.
 5. Linnik NI, Gumenyuk GL, Musiunko NN. Informativnost' sovremennoy mnogosrezovoy komp'yuternoy tomografii i osnovnye prichiny oshibochnoy interpretatsii poluchaemykh dannyh pri obsledovanii ftiziiopul'monologicheskikh bol'nyh (The information content of modern multi-slice computed tomography and the main reasons for the erroneous interpretation of the data obtained during the examination of phthisiopulmonary patients). Astma ta alerhiia. 2012; 3:65–71.
 6. Lynnyk MI, Gumenyuk GL, Musiienko NM. Mozhlyvosti zastosuvannia multyspiralnoi komp'iuternoi tomografii v obstezhenni khvorykh z khronichnym obstruktyvnym zakhvoriuvanniam lehen ta bronkhialnoiu astmou (Possibilities of the use of multi-spinal computer tomography in the examination of patients with chronic obstructive pulmonary disease and bronchial asthma). Astma ta alerhiia. 2009;3:455–61.
 7. Feshchenko YuI, Yashyna LO, Nazarenko KV, Moskalenko SM, Opimakh SG, Musiyenko NM. Mozhlyvosti diahnostryky hiperinflatsii ta emfizemy lehen u khvorykh z poiednanyim perebihom bronkhialnoi astmy ta khronichnoho obstruktyvnoho zakhvoriuvannia lehen na pervynnomu ta spetsializovanomu rivniakh nadannia medychnoi dopomohy (Possibilities of diagnostics of hyperinflation and emphysema of lungs in patients with a combined course of bronchial asthma and chronic obstructive pulmonary disease at primary and specialized levels of medical care). Ukr. pulmonol. zhurn. 2018;1:7–13. DOI: 10.31215/2306-4927-2018-99-1-7.
 8. Feshchenko YuI, et al. Optimizatsiya kliniko-funktsional'nogo sostoyaniya pacientov s tyazhelyu persistiruyushey bronhialnoy astmoy (Optimization of the clinical and functional state of patients with severe persistent bronchial asthma). Astma ta alerhiia. 2008;1–2:11–15.
 9. Yashyna LO, Gumenyuk MI, Ignatieva VI, Gumenyuk GL, Kharchenko-Sevryukova HS. Osoblyvosti etiologii ta patohenezu osteoporozu u khvorykh na khronichne obstruktyvne zakhvoriuvannia lehen (Features of etiology and pathogenesis of osteoporosis in patients with chronic obstructive pulmonary disease). Astma ta alerhiia. 2013;2:35–41.
 10. Gumenyuk MI, Yashyna LO, Mazur IP, Ignatieva VI, Kharchenko-Sevryukova HS. Osoblyvosti kharchovykh zvyчок, tyutiuokurinnia ta fizychnoi aktyvnosti u khvorykh na khronichne obstruktyvne zakhvoriuvannia lehen z porushenniamy mineralnoho obminu (Features of eating habits, tobacco smoking and physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease with mineral metabolism disorders). Astma ta alerhiia. 2014;4:18–27.
 11. Sobolevskaya AA. Diagnostika postmenopauzal'nogo osteoporozu metodom kolichestvennoy komp'yuternoy tomografii i monitoring zamestitel'noy gormonal'noy terapii (Diagnosis of postmenopausal osteoporosis by quantitative computed tomography and monitoring of hormone replacement therapy): dis. ... kand. med. nauk. Moskva, 2003:165.
 12. Yashyna LO, Gumenyuk MI, Mazur IP, Ignatieva VI, Lynnyk MI, Gumenyuk GL, Kharchenko-Sevryukova HS. Suchasni metody diahnostryky porushen mineralnoho obminu u khvorykh na khronichne obstruktyvne zakhvoriuvannia lehen (Modern methods of diagnostics of disorders of mineral metabolism in patients with chronic obstructive pulmonary disease). Zbirnyk naukovykh prats spivrobitynykiv NMAPO imeni P.L. Shchupyka;22(2):434–443.
 13. Feshchenko YuI. Aktualni problemy suchasnoi pulmonologii. Ukr. pulmonol. zhurn. 2011;2:5–12.
 14. Capderou A, Berkani M, Becquemin MH, Zelter M. A Method to Derive Lower Limit of Normal for the FEV1/Forced Expiratory Volume at 6 s of Exhalation Ratio From FEV1/FVC Data. Chest. 2009;135:408–418. doi: 10.1378/chest.08-1769.
 15. Hyatt RE, Cowl CT, Bjoraker JA, Scanlon PD. Conditions Associated With an Abnormal Nonspecific Pattern of Pulmonary Function Tests. Chest. 2009;135:419–424. doi: 10.1378/chest.08-1235.
 16. Dubé B-P, Guerdier A, Morelot-Panzini C, et al. The clinical relevance of the emphysema hyperinflated phenotype in COPD. COPD Research and Practice. 2016;2(1):1–11. doi.org/10.1186/s40749-015-0017-7.
 17. Williamson JP, et al. Elastic Properties of the Central Airways in Obstructive Lung Diseases Measured Using Anatomical Optical Coherence Tomography. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2011;183:612–619. DOI: 10.1164/rccm.201002-0178OC.
 18. Garcia-Rio F, Lores V, Mediano O, et al. Daily physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease is mainly associated with dynamic hyperinflation. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2009;180:506–512. doi.org/10.1164/rccm.200812-1873OC.
 19. GOLD Global initiative for chronic obstructive lung diseases (GOLD). Global strategy for diagnosis, management and prevention of chronic obstructive lung diseases. NHLB/WHO work shop report. URL: <https://goldcopd.org/gold-2019-global-strategy-diagnosis-management-prevention-copd> (last accessed: 04.06.19).

26. Smith B. M, Austin J. H., Newell J. D. et al. Pulmonary emphysema subtypes on computed tomography: the MESA COPD Study. *Am. J. Med.* 2014. Vol. 127(1). P. 94.e7–94.e23. doi: 10.1016/j.amjmed.2013.09.020.
27. Atkinson J. J. et al. The Role of Matrix Metalloproteinase-9 in Cigarette Smoke-induced Emphysema. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2011. Vol. 183. P. 876–884. doi: 10.1164/rccm.201005-0718OC.
28. Cerveri I. et al. Underestimation of airflow obstruction among young adults using FEV1/FVC < 70 % as a fixed cut-off : a longitudinal evaluation of clinical and functional outcomes. *Thorax.* 2008. Vol. 63. P. 1040–1045. doi: 10.1136/thx.2008.095554.
29. Swann M. P. et al. Using the lower limit of normal for the FEV1/FVC ratio reduces the misclassification of airway obstruction. *Thorax.* 2008. Vol. 63. P. 1046–1051. doi: 10.1136/thx.2008.098483.
30. Graat-Verboon L. et al. Whole-body versus local DXA-scan for the diagnosis of osteoporosis in COPD patients. *J. of Osteoporosis.* 2010. Vol. 2010. P. 640–878. doi: 10.4061/2010/640878.
20. Garcia-Aymerich J, et al. Identification and prospective validation of clinically relevant chronic obstructive pulmonary disease (COPD) subtypes. *Thorax.* 2011;66:430–437. doi: 10.1136/thx.2010.154484.
21. Lee J, Nordestgaard B.G, Dahl M. EPHX1 polymorphisms, COPD and asthma in 47,000 individuals and in meta-analysis. *Eur Respir J.* 2011;37:18–25. doi: 10.1183/09031936.00012110.
22. Iashyna LO, Gumeniuk NI, Ignatieva VI, Lynnyk NI, Kharchenko-Sevriukova GS. Mineral metabolism and pathological process of periodontal in patients with chronic obstructive pulmonary disease. URL: <http://www.thepharmajournal.com/vol3Issue2> (last accessed: 14.05.19).
23. O'Donnell DE. Hyperinflation, dyspnea, and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *Proc. Am. Thorac. Soc.* 2006;3:180–184.
24. O'Donnell DE, Webb KA, Alberto Neder J. Lung hyperinflation in COPD: applying physiology to clinical practice. *COPD Research and Practice.* 2015;1(4):1–12. doi: [org/10.1186/s40749-015-0008-8](http://dx.doi.org/10.1186/s40749-015-0008-8).
25. Puente-Maestu L, Stringer WW. Hyperinflation and its management in COPD. *International Journal of COPD.* 2006;1(4):381–400.
26. Smith BM, Austin JH, Newell JD, et al. Pulmonary emphysema subtypes on computed tomography: the MESA COPD Study. *Am J Med.* 2014;127(1):94.e7–94.e23. doi: 10.1016/j.amjmed.2013.09.020.
27. Atkinson JJ, et al. The Role of Matrix Metalloproteinase-9 in Cigarette Smoke-induced Emphysema. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2011;183:876–884. doi: 10.1164/rccm.201005-0718OC.
28. Cerveri I, et al. Underestimation of airflow obstruction among young adults using FEV1/FVC < 70 % as a fixed cut-off: a longitudinal evaluation of clinical and functional outcomes. *Thorax.* 2008;63:1040–1045. doi: 10.1136/thx.2008.095554.
29. Swann MP, et al. Using the lower limit of normal for the FEV1/FVC ratio reduces the misclassification of airway obstruction. *Thorax.* 2008;63:1046–1051. doi: 10.1136/thx.2008.098483.
30. Graat-Verboon L, et al. Whole-body versus local DXA-scan for the diagnosis of osteoporosis in COPD patients. *J. of Osteoporosis.* 2010;2010:640–878. doi: 10.4061/2010/640878.

Стаття надійшла до редакції: 06.06.2019 р.

Після рецензування: 11.06.2019 р.

Гуменюк М. І.

ORCIDiD

<https://orcid.org/0000-0002-4365-6224>

Гуменюк Г. Л.

ORCIDiD

<https://orcid.org/0000-0001-8160-7856>

Линник М. І.

ORCIDiD

<https://orcid.org/0000-0002-0011-7482>

Ігнат'єва В. І.

ORCIDiD

<https://orcid.org/0000-0003-0604-4349>