

DOI: [https://doi.org/10.34287/MMT.1\(52\).2022.12](https://doi.org/10.34287/MMT.1(52).2022.12)

О. С. Семенцов, С. В. Степаненко

Державний заклад «Запорізька медична академія післядипломної освіти Міністерства охорони здоров'я України»
Запоріжжя, Україна

O. S. Sementsov, S. V. Stepanenko

State Institution «Zaporizhzhia Medical Academy of post-graduate education Ministry of Health of Ukraine»
Zaporizhzhia, Ukraine

ПРОМЕНЕВА ДІАГНОСТИКА СТАНУ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА МАЛОГО КОЛА КРОВООБІГУ У ХВОРИХ НА ХОЗЛ

Radiation diagnostics of the state of ventilation and pulmonary circulation in patients with COPD

Реферат

Хронічне обструктивне захворювання легені (ХОЗЛ) – поширене захворювання органів дихання, що характеризується стійким, зазвичай прогресуючим, обмеженням прохідності дихальних шляхів та асоціюється із підвищеною хронічною запальною відповіддю дихальних шляхів та легень на дію шкідливих часток та газів.

Мета дослідження. Аналіз доступних літературних джерел, для встановлення сучасного стану проблеми променевої діагностики ХОЗЛ, визначення проблемних питань. На підставі аналізу літературних даних можна зробити висновок – для комплексного обстеження хворих на ХОЗЛ або з підозрою на ХОЗЛ та оцінки функції зовнішнього дихання – даних клінічного обстеження і спірометрії, особливо на початкових стадіях хвороби – недостатньо. Вважається, що на початкових стадіях ХОЗЛ, коли спірометрія і клінічні дані не виявляють відхилень від норми, променева діагностика більш чутлива ніж функціональні тести. Серед сучасних методів променевої діагностики захворювань легень – метод КТ на сьогодні є найбільш чутливим і специфічним методом виявлення патологічних змін з боку легеневої паренхіми і дихальних шляхів, він доступний й широко використовується в повсякденній практиці. Також перспективним напрямком є використання методу функціональної КТ (інспіраторно-експіраторна КТ). Вона поліпшує діагностику змін функції дихання, в тому числі і раннє виявлення пацієнтів з ХОЗЛ, що сприяє своєчасному початку специфічного лікування, скороченню епізодів загострень захворювання, оцінці динаміки патологічного процесу та ефективності лікування, а також поліпшує прогноз трудової

Abstract

COPD is one of the most common human diseases. WHO experts predict an increase in economic damage from COPD by 2020 and claim that they will rank first among respiratory diseases and third among all causes of death. In Ukraine, about 3 million people, or at least 7% of the population, suffer from COPD.

Purpose of the study. Is to analyze the available literature sources to establish the current state of the problem of radiological diagnosis of COPD, to identify problematic issues. Based on the analysis of literature data, it can be concluded that for a comprehensive examination of patients with COPD or suspected COPD, and assessment of external respiration – clinical examination and spirometry, especially in the early stages of the disease – is not enough. It is believed that in the initial stages of COPD, when spirometry and clinical data do not reveal abnormalities, radiological diagnosis is more sensitive than functional tests. Among the modern methods of radiological diagnosis of lung diseases – the method of CT today is the most sensitive and specific method of detecting pathological changes in the lung parenchyma and respiratory tract, it is available and widely used in everyday practice. Also a promising area is the use of functional CT (inspiratory-expiratory CT) – which should improve the assessment of respiratory function, including early detection of patients with COPD, which will promote the in time start of specific treatment, reduce episodes of exacerbations during the disease, assess the dynamics of the pathological process and the effectiveness of treatment, as well as improving the prognosis of work and life expectancy of patients. However, given the lack of unifying works on the study of this method, further

діяльності і тривалості життя хворих. Проте, з огляду на відсутність об'єднуючих робіт по вивченню діагностичних можливостей даного методу в оцінці функції зовнішнього дихання, необхідні подальші дослідження можливостей КТ у діагностиці порушень функції зовнішнього дихання у хворих на ХОЗЛ.

Перш за все необхідні подальші дослідження щодо розподілу зон повітряних пасток, особливо у хворих у яких виявляється емфізема, бажано, щоб ці майбутні дослідження не були засновані тільки на принципі візуальної оцінки у вигляді виключення/підтвердження наявності зон повітряних пасток. Необхідно одночасно оцінювати пошкодження вентиляційної функції легень та малого кола кровообігу.

Ключові слова: комп'ютерна томографія, хронічна обструктивна хвороба легень.

studies of the capabilities of computed tomography in the diagnosis of signs of dysfunction of external respiration in patients with COPD are required. First of all, further research is required on the distribution of air trap zones, especially in patients with emphysema, it is desirable that these future studies are not based only on the principle of visual assessment in the form of exclusion/confirmation of air trap zones.

Keywords: computed tomography, chronic obstructive pulmonary disease.

ВСТУП

Хронічне обструктивне захворювання легені (ХОЗЛ) – поширене захворювання органів дихання, що характеризується стійким, зазвичай прогресуючим, обмеженням прохідності дихальних шляхів та асоціюється із підвищеною хронічною запальною відповіддю дихальних шляхів та легень на дію шкідливих часток та газів.

ХОЗЛ залишається однією з найбільших проблем охорони здоров'я на сьогоднішній день. В медико-соціальному та економічному плані воно є однією з основних причин захворюваності та смертності в усьому світі; люди страждають від цього захворювання роками і передчасно вмирають від нього або від його ускладнень. У всьому світі спостерігається прискорене зростання ХОЗЛ внаслідок тривалого впливу факторів ризику і старіння населення.

Частка ХОЗЛ як однієї з провідних причин смертності постійно збільшується. Так, у 1990 році ХОЗЛ було на 6-му місці серед причин смертності, до 2020 року переміститься на 3-тє місце.

На ХОЗЛ страждає від 8 до 22% дорослих у віці 40 років і більше [50].

Хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ) є поширеною недугою, яку можна запобігти і лікувати, характеризується персистуючими респіраторними симптомами і обмеженням повітряного потоку, що виникають внаслідок аномалій дихальних шляхів та/або альвеол, як правило, викликаних значним впливом шкідливих часток і газів. Це захворювання, якому можна запобігти та лікувати. Згідно настанови GOLD (Global Strategy for Chronic Obstructive Lung Disease), ХОЗЛ в даний час виділяють як самостійне захворювання яке включає обструктивний бронхіоліт і емфізему легенів (вторинну, що виникла в результаті тривалої бронхіальної обструкції) [1].

В Україні на ХОЗЛ хворіють близько 3 млн людей, або як мінімум 7% населення (GOLD, 2018). Підраховано, що в країнах Європейського співтовариства тільки прямі витрати на респіраторні захворювання складають близько 6% всього бюджету охорони здоров'я, при цьому на частку витрат, пов'язаних з ХОЗЛ, припадає 56%, а в грошовому вираженні 38,6 млрд. євро [2].

У розвитку ХОЗЛ грають роль як екзогенні (куріння, забруднення повітря, професійні шкідливості, вплив інфекційних агентів) так і ендогенні (дефіцит α 1-антитрипсину, бронхіальна гіперреактивність) фактори. Куріння залишається основною причиною (до 80% випадків) ХОЗЛ [3].

Ушкодження легень при ХОЗЛ є результатом комплексного хронічного запалення дихальних шляхів, легеневої паренхіми та легеневих судин, за рахунок протеолізу (наслідок дисбалансу у регуляції між активністю протеаз та антипротеаз) та оксидативного стресу [4].

Характерне для ХОЗЛ хронічне обмеження прохідності дихальних шляхів зумовлене поєднанням захворювання дрібних дихальних шляхів (обструктивний бронхіоліт) та деструкції паренхіми (емфізема), відносний вклад кожної складової неоднаковий у різних хворих [5, 6].

Клінічна форма залежить від переважної локалізації запального процесу, відповідно до цього виділяють бронхітичну або емфізематозну форму. При бронхітичній формі запалення локалізується переважно в багатих кашльовими рецепторами великих і середніх бронхах, що виводить на перший план продуктивний кашель. При емфізематозній формі ХОЗЛ запалення локалізується переважно в дрібних бронхах, які не мають кашльових рецепторів і знаходяться в безпосередній близькості від респіраторних відділів легень, що сприяє швидкому розвитку емфіземи легенів. У таких хворих захворювання зазвичай маніфестує появою задишки [7].

Одними з основних ускладнень ХОЗЛ є розвиток легеневої гіпертензії і легеневого серця [8].

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Провести аналіз доступних літературних джерел, встановити сучасний стан променевої діагностики ХОЗЛ, визначити проблемні питання та можливі перспективи їх вирішення.

АКТУАЛЬНИЙ ТЕКСТ

У більшості випадків діагноз ХОЗЛ визначається за допомогою:

- вивчення анамнезу хвороби та скарг пацієнта;
- проведення об'єктивного (фізичного) обстеження;
- проведення лабораторно-інструментальних методів досліджень [1].

Вважається, що при початкових стадіях ХОЗЛ, коли спірометрія і клінічні дані не виявляють відхилень від норми, променева діагностика більш чутлива ніж функціональні тести [9].

Зазвичай для первинної оцінки органів грудної порожнини використовують рентгенографію органів грудної клітини або флюорографію. Основною метою променевого обстеження хворих на ХОЗЛ, як правило, є проведення диференціальної діагностики та виключення інших захворювань, які можуть мати подібні клінічні прояви, насамперед такі захворювання як: бронхіальна астма, бронхоектатична хвороба, серцева недостатність, новоутворення бронхолегеневої системи, фіброзуючий бронхіоліт, бронхолегенева дисплазія, туберкульоз [10, 11].

Рентгенологічні зміни зустрічаються не більше, ніж у 30% хворих на хронічний бронхіт, як правило, при багаторічному стажі захворювання. При рентгенологічному дослідженні хворих на ХОЗЛ можуть визначатися: ознаки бронхіальної обструкції, ознаки емфіземи легень, ознаки легеневої гіпертензії [12].

Ознаками бронхіальної обструкції є: сплюснення куполів діафрагми; обмеження рухливості діафрагми при дихальних рухах під час рентгеноскопії або при виконанні рентгенофункціональних проб; збільшення передньо-заднього розміру грудної порожнини (бочкоподібна грудна клітка); збільшення ретростернального простору при рентгенографії в бічній проекції; «шаблеподібна» трахея – переважання передньо-заднього розміру трахеї на бічній рентгенограмі над фронтальним розміром на прямій рентгенограмі [13, 14].

Прямими рентгенографічними ознаками емфіземи легень є: тонкостінні повітряні порожнини (як правило, великих розмірів); великі ділянки легневих полів, позбавлені легеневого малюнка, збільшення реберно-діафрагмальних кутів, розширення міжреберних проміжків [15, 16, 17].

Легенева гіпертензія характеризується: розширенням коренів легень за рахунок розширених легневих артерій, діаметр артерій перевищує діаметр відповідних їм бронхів; зменшенням калібру дрібних периферичних судин внаслідок генералізованого судинного спазму на фоні розширення крупних гілок легеневої артерії – симптом «стрибка калібру»; «мітральною» конфігурацією серцевої тіні на рентгенограмах в прямій проекції за рахунок збільшення правого шлуночка і загального стовбура легеневої артерії. Також у хворих на ХОЗЛ при рентгенографії часто виявляється посилення і деформація легеневого малюнка в прикорневих зонах і наддіафрагмальних відділах, потовщення стінок великих бронхів, нечіткі контури судин і бронхів, коренів легких – ці ознаки відображають пневмофіброз, який повільно прогресує і є незворотним. Однак не менш частими причинами подібних змін легеневого малюнка у хворих ХОЗЛ стають лівошлуночкова недостатність і інфекційне загострення ХОЗЛ. Обидва ці стани призводять до минутого набряку легеневого інтерстицію навколо судин і бронхів, потовщення їх стінок, що відображає появу лінійних і сітчастих тіней на рентгенограмах [18, 19].

Одним з рентгенологічних методів діагностики бронхіальної обструкції до недавнього часу залишалася бронхографія. Методика полягає у отриманні на рентгенограмі чіткого зображення структур бронхіального дерева шляхом контрастування дихальних шляхів при введенні в них контрастної речовини (йодовані рослинні масла, водорозчинні контрастні речовини, суспензії контрастних речовин в олії і водному середовищі і ін.). Бронхографічне дослідження дозволяє виявити ознаки хронічного бронхіту у 97% хворих. Накопичення слизу у бронхах призводить до появи дефектів заповнення бронхів контрастом, нерівності внутрішніх контурів, фрагментованого заповнення бронхів, зменшення числа бокових гілок та обриву бронхів з тупим закінченням периферичних кінців – симптом «обрубаного сучка», зустрічається у 80% хворих. Слід зазначити що бронхографія є інвазивним методом дослідження, погано переноситься хворими з дихальною недостатністю, потребує премедикації, та має ускладнення: пов'язані з непереносимістю препаратів для анестезії та контрастної речовини (анафілактичний шок, нудота і блювота), носова кровотеча в результаті травмування слизової оболонки бронхоскопом, бронхоспазм та інші, що ускладнює рутинне використання методу [20, 21, 22, 23].

Також є ряд робіт присвячених оцінці функції зовнішнього дихання шляхом виконання рентгенофункціональних проб, які дозволяють оцінити вентиляційну здатність легень. Так, наприклад, в 1992 році в роботі авторів присвячених вивченню діагностичних можливостей

променевих функціональних методів досліджень хворих на хронічні неспецифічні захворювання легенів (Семенцов А.С., Мягков А.П., 1992) було встановлено що томореспіраторна проба дозволяє поліпшити діагностику порушень функції зовнішнього дихання на ранніх стадіях ХНЗЛ, підвищуючи ефективність рентгенологічного обстеження хворих; проте даний метод складний у виконанні і інтерпретації результатів, має більше променеве навантаження порівняно з традиційними рентгенологічними дослідженнями, також при його проведенні важко зробити точний вимір діаметрів легеневих артерій [24]. Також, нещодавно група дослідників (Горбунов Н.А. та інші, 2012) провели дослідження у визначенні можливості використання функціональної низькодозової цифрової флюорографії для моніторингу ефективності терапії загострень ХОЗЛ. Для оцінки стану легень автори виконували функціональну низькодозову цифрову флюорографію пацієнтам із загостренням ХОЗЛ і через 3 тижні після курсу терапії, потім проводили визначення оптичної щільності легеневої тканини за середніми зонами в верхньому, середньому і нижньому поясах обох легенів. Потім розраховували середньо арифметичну величину за шістьма показниками оптичної щільності для кожного пацієнта з подальшим визначенням градієнта оптичної щільності легеневої тканини. Автори встановили, що цей метод дозволяє не тільки констатувати факт наявності самого загострення, але і проводити моніторинг ефективності проведеної терапії. Однак, в ході проведеного дослідження, було відзначено, що у пацієнтів старше 60 років із загостренням ХОЗЛ III стадії в процесі проведеної терапії відмінності в отриманих значеннях градієнта оптичної щільності були статистично незначущими. Також в роботі було відзначено що для більш детальної оцінки стану легеневої паренхіми і встановлення стадії патологічного процесу у хворих на ХОЗЛ більш інформативне проведення інспіраторно-експіраторної комп'ютерної томографії ніж рентгенофункціональних методик [25].

При сумнівних результатах рентгенологічного дослідження органів грудної клітини, показано проведення комп'ютерної томографії (КТ) легенів. Серед сучасних методів променевої діагностики захворювань легенів – метод КТ на сьогодні є найбільш чутливим і специфічним методом виявлення патологічних змін з боку легеневої паренхіми і дихальних шляхів, ніж рутинна рентгенографія, він доступний і широко використовується в повсякденній практиці. Нове покоління мультидетекторних комп'ютерних томографів дозволяє сканувати всі легені за одну затримку дихання з субміліметровою товщиною зрізу, що дозволяє детально оцінити тонку структуру легеневої тканини і стан дрібних бронхів, а також найбільш тонких

змін легеневої тканини на рівні анатомічних елементів вторинної легеневої часточки і ацинусів; таким чином можливо значно звузити диференційно-діагностичний ряд, визначити ступінь активності запального процесу [26, 27, 28].

У хворих на ХОЗЛ, при проведенні КТ в першу чергу виявляється наявність емфіземи та бронхоектазів, оцінка їх поширеності [29].

Емфізема – постійне патологічне збільшення заповнених повітрям просторів дистальніше термінальних бронхіол, що супроводжується деструкцією їх стінок. На КТ зображеннях емфізема представлена ділянками зниженої щільності (підвищеної пневматизації). Емфізема зазвичай класифікується на три основні типи в залежності від переважної локалізації зон деструкції: централобулярна, парасептальна і панлобулярна, метод КТ дозволяє диференціювати зазначені види емфіземи [30].

Бронхоектази визначаються як локальне необоротне розширення бронхів. В даний час методом вибору для діагностики бронхоектазів є КТ, яка не поступається за інформативністю бронхографії. Бронхоектази прийнято розділяти на циліндричні, веретеноподібні (варикозні) і мішкподібні [31, 32, 33].

Для оцінки функції дихання можливе застосування різновиду функціональної КТ (інспіраторно-експіраторна КТ), метод заснований на скануванні в двох фазах: на максимальному вдиху і максимальному видиху з подальшим зіставленням денситометричних показників легеневої тканини при дослідженні на вдиху (інспіраторна КТ) і видиху (експіраторна КТ). Основною метою виконання експіраторної КТ є виявлення зон клапанного здуття – «повітряних пасток» («air trapping») при обструкції дрібних бронхів. «Повітряні пастки» на експіраторних КТ зображеннях виглядають як зони легеневої паренхіми зі зниженою щільністю, цей симптом відображає повну або часткову обструкцію дихальних шляхів, перш за все дрібних бронхів. Нерівномірна щільність легеневої тканини виникає при численних патологічних станах, вона може бути пов'язана з регіонарним ущільненням легеневої тканини по типу матового скла при дифузних інфільтративних процесах, нерівномірною (мозаїчною) перфузією, при обструкції дрібних судин (в тому числі при тромбоемболії легеневої артерії), клапанному здутті при обструкції дрібних бронхів. Ці патологічні стани можуть мати схожу картину при звичайній інспіраторній КТ. Дослідження на видиху допомагають розмежувати обструктивні процеси в дрібних бронхах, при яких зони повітряних пасток стають більш вираженими на видиху, від інших патологічних процесів. Крім того, нерівномірна щільність легеневої тканини, що обумовлена обструкцією, часто недостатньо чітко виявляється при дослідженні на вдиху через

мінімальну різницю в щільності нормальних і змінених ділянок. Експіраторна КТ дозволяє виявити ознаки обструкції і поширеність цих змін при нормальній картині інспіраторної КТ. Сучасні технології постобробки КТ зображень, зокрема проєкції максимальної інтенсивності (MIP), значно підвищують точність виявлення повітряних пасток. У свою чергу, інспіраторна КТ (проведена при повному вдиху) дозволяє визначити наявність і поширеність емфіземи. Таким чином, експіраторна КТ більш функціонально інформативна у порівнянні з інспіраторною КТ та дозволяє краще оцінювати повітряні шляхи, які беруть участь у вентиляції уражених ділянок легень, що містять «повітряні пастки» [34, 35, 36, 37, 38].

Однак правильна оцінка виявлених змін на експіраторній КТ є складним завданням: по-перше, необхідно виконання повного видиху, задля того щоб зони повітряних пасток можна було диференціювати, це вимагає сприяння з боку пацієнта, належним чином навчених рентген-лаборантів що проводять дослідження, оптимальних налаштувань протоколів сканування; по-друге, при занадто глибокому видиху легенева паренхіма, особливо в нижніх віділах легень, у нормі набуває неоднорідну щільність що утруднює виявлення повітряних пасток, крім того, емфізема або патерн мозаїчної щільності можуть маскувати присутність повітряних пасток; по-третє, відомо, що регіональні зони повітряних пасток можуть спостерігатися у здорових людей [39]. Крім того частота і ступінь вираженості повітряних пасток значно збільшується з віком. Це вводить відмінності між спостерігачами і ускладнює правильну оцінку виявлених змін [40].

Існує кілька кількісних методик з діагностики «повітряних пасток» на КТ зображеннях. Часто використовуваний кількісний показник для «повітряних пасток» – це співвідношення між середньою щільністю легеневої паренхіми на видиху і вдиху (співвідношення видих/вдих), проте немає визначених порогових значень для цього співвідношення, щоб розрізнити норму від патології, але встановлено що чим вище співвідношення видих/вдих, тим достовірно більше присутні зони «повітряних пасток». Проте використання співвідношення середньої щільності легень у пацієнтів з ХОЗЛ може бути ускладнене, бо його потрібно відрізнити від повітря що залишається в емфізематозних повітряних просторах після видиху [41].

Проведене дослідження Sébastien Bommart et al. виявило кореляцію між інспіраторно-експіраторною КТ і SBNT (single breath nitrogen test), автори виявили що КТ може виявляти навіть легку або помірну обструкцію дихальних шляхів, як це було виявлено у досліджуваних, 100% з яких були безсимптомні, але мали фізіо-

логічні зміни. Однак у проведеного дослідження є кілька потенційних обмежень: по-перше, видих проводився не в повному обсязі, по-друге це відсутність у групи досліджуваних емфіземи [42].

Також становлять інтерес результати дослідження вчених з групи KARIMI et al., автори виявили, що курці з візуально оцінюваними повітряними пастками мали більш низьке співвідношення видих/вдих, що може свідчити про менш виражене дифузне ураження дрібних дихальних шляхів. Автори прийшли до висновку, що курці з повітряними пастками на КТ зображеннях, можуть бути особливою групою курців, які менш сприйнятливі до деструкції легеневої паренхіми. Таким чином, в дослідженні наявність регіональних повітряних пасток було негативною діагностичною ознакою для ХОЗЛ у учасників з тривалим курінням [43]. Однак у дослідження є кілька обмежень: оцінювалась тільки відсутність або наявність повітряних пасток, хоча кілька досліджень показали, що вони можуть бути присутні у курців без ознак обструкції і у здорових людей; співвідношення видих/вдих, яке автори використовували для оцінки, не може точно диференціювати повітряні пастки і емфізематозні простори, що викликає хибнопозитивні результати у пацієнтів з поширеною емфіземою [44, 45, 46]. Незважаючи на ці обмеження, метод експіраторної КТ дозволяє отримати інформацію про просторовий розподіл повітряних пасток, відповідно може надати унікальну інформацію в порівнянні з іншими методами дослідження функції зовнішнього дихання.

Щоб вирішити вищезгадане обмеження співвідношення видих/вдих, дослідники з групи GALBÁN et al. представили метод параметричного відображення відгуку (PRM), який здатний диференціювати повітряні пастки від повітря що залишається в емфізематозних просторах. Даний метод показав, що пацієнти з ХОЗЛ з однаковим об'ємом форсованого видиху за 1 сек. можуть показувати різні ступені вираженості повітряних пасток і емфіземи, також при ХОЗЛ від легкого до помірного ступеня зони повітряних пасток мають найбільше значення характеристик щільності, у порівнянні з емфізематозними просторами; до того ж цей метод дозволив диференціювати фенотипи ХОЗЛ [47, 48].

Крім того, візуальна оцінка експіраторних КТ зображень дуже суб'єктивна, в основному практикуючі радіологи визначають наявність або відсутність повітряних пасток, іноді використовують умовну класифікацію ступенів тяжкості (легка, середня або важка), також зазвичай не відображають поширення (локальне або дифузне); дана проблема може бути вирішена за допомогою розробки методів автоматичної кількісної оцінки. Так, нещодавно група дослідників HOFF et al. показали автоматично підрахований

морфологічний індекс присутності повітряних пасток у зонах легень, що не містять емфізематозних просторів. Вони представлені у двох глобальних ініціативах для ведення пацієнтів з ХОЗЛ II ступеня, у яких крім ступеня тяжкості може бути велика різниця в просторовому розподілі повітряних пасток: у одних пацієнтів вони розташовані дифузно, у інших представлені у вигляді зливних зон [49].

ВИСНОВКИ

На підставі аналізу літературних даних можна зробити висновок що для комплексного обстеження хворих на ХОЗЛ або з підозрою на ХОЗЛ, та оцінки функції зовнішнього дихання – даних клінічного обстеження і спірометрії, особливо у початкових стадіях хвороби – недостатньо. Вважається, що при початкових стадіях ХОЗЛ, коли спірометрія і клінічні дані не виявляють відхилень від норми, променева діагностика більш чутлива ніж функціональні тести. Серед сучасних методів променевої діагностики захворювань легенів – метод КТ на сьогодні є найбільш чутливим і специфічним методом виявлення патологічних змін з боку легеневої паренхіми і дихальних шляхів, він

доступний і широко використовується в повсякденній практиці.

Також перспективним напрямком є використання методу функціональної КТ (інспіраторно-експіраторна КТ) – що має поліпшити оцінку функції дихання, в тому числі і раннє виявлення пацієнтів з ХОЗЛ, що сприятиме своєчасному початку специфічного лікування, скороченню епізодів загострень в перебігу захворювання, оцінці динаміки патологічного процесу та ефективності лікування, а також поліпшенню прогнозу трудової діяльності і тривалості життя хворих. Проте, з огляду на відсутність об'єднуючих робіт по вивченню даного методу, необхідні подальші дослідження можливостей комп'ютерної томографії у діагностиці ознак порушення функції зовнішнього дихання у хворих на ХОЗЛ.

Перш за все необхідні подальші дослідження щодо розподілу зон повітряних пасток, особливо у хворих у яких виявляється емфізема, бажано, щоб ці майбутні дослідження не були засновані тільки на принципі візуальної оцінки у вигляді виключення/підтвердження наявності зон повітряних пасток.

На сьогодні відсутні роботи, присвячені одночасному вивченню не лише вентиляційної функції легень, а й стану малого кола кровообігу.

REFERENCES

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. report 2021. 3–10.
2. Eisner MD, Anthonisen N, Coultas D [et al.]. An official American Thoracic Society public policy statement: novel risk factors and the global burden of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2010; 182: 693–718.
3. Lamprecht B, McBurnie MA, Vollmer WM, [et al.]. BOLD Collaborative Research Group: COPD in never smokers: results from the population-based burden of obstructive lung disease study. *Chest* 2011; 139: 752–763.
4. Mehta AJ, Miedinger D, Keidel D, [et al.]. The SAPALDIA Team. Occupational exposure to dusts, gases, and fumes and incidence of chronic obstructive pulmonary disease in the Swiss Cohort Study on Air Pollution and Lung and Heart Diseases in Adults. *Am J Respir Crit Care Med* 2012; 185: 1292–1300.
5. Saladin K. Human anatomy 3rd ed. McGraw-Hill; 2011. 650 p.
6. Global'naya initsiativa po Hronicheskoy Obstruktivnoj Bolezni Lyogkih (Global initiative for chronic Obstructive Pulmonary Disease). – Moskva: Atmosfera, 2003. – 96 p.
7. Leshchenko IV, Ovcharenko SI. Sovremennye problemy diagnostiki hronicheskoy obstruktivnoj bolezni lyogkih. *Rossijskij medicinskij zhurnal*. 2003; 4 (11) : 5–15.
8. Grippi MA. Patofiziologiya legkih. Moskva: Binom, X.: MTK-kniga. 2005; 304 39.
9. ZHestkov AV, Kosarev VV, Babanov SA. Hronicheskaya obstruktivnaya bolezni' legkih u zhitelej krupnogo promyshlennogo centra: epidemiologiya i faktory riska. *Pul'monologiya*. 2009; 6: 53–57.
10. Tyurin IE. Vizualizaciya hronicheskoy obstruktivnoj bolezni legkih. *Prakticheskaya pul'monologiya*. 2014; 2: 40–46.
11. NICE Clinical Guideline. Chronic obstructive pulmonary disease in over 16s: diagnosis and management (NG 115). NICE (GB) – National Institute for Health and Clinical Excellence, 2018 Dec 5; P. 7–8; 52–53.
12. O'brien C, Guest PJ, Hill SL [et al.]. Physiological and radiological characterisation of patients diagnosed with chronic obstructive pulmonary disease in primary care. *Thorax*. 2000; 55 (8): 635–42.
13. Ozgun Niksarlioglu E, Aktürk Ü. Chest X-ray: is it still important in determining mortality in patients hospitalized due to chronic obstructive pulmonary diseases exacerbation in intensive care unit? *Eurasian J Pulmonol*. 2018; 20 (3): 133.

14. Takasugi JE, Godwin JD. Radiology of chronic obstructive pulmonary disease. *Radiol. Clin. North Am.* 1998; 36 (1): 29–55.
15. Nicklaus TM, Stowell DW, Christiansen WR [et al.]. The accuracy of the roentgenologic diagnosis of chronic pulmonary emphysema. *Am Rev Respir Dis.* 1966; 93 (6): 889–99.
16. Robertson RJ. Imaging in the evaluation of emphysema. *Thorax.* 1999; 54 (5): 379.
17. Galiè N, Torbicki A, Barst R [et al.]. Guidelines on diagnosis and treatment of pulmonary arterial hypertension. The Task Force on Diagnosis and Treatment of Pulmonary Arterial Hypertension of the European Society of Cardiology. *Eur. Heart J.* 2004; 25 (24): 2243–78.
18. Lang IM, Plank C, Sadushi-Kolici R et al. Imaging in pulmonary hypertension. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2010; 3 (12): 1287–95.
19. Maitre B, Similowski T, Derenne JP. Physical examination of the adult patient with respiratory diseases: Inspection and palpation. *Eur Respir J.* 1995; 8: 1584–93.
20. Kang E.Y. *Radiology.* 1995; 195(3). P. 649.
21. Muller N.L., Miller R.R. *Radiology.* 1995; 196: 1. P. 3.
22. Todoriko LD. redactor *Differencial'naya diagnostika osnovnyh sindromov pri zabolivaniyah organov dyhaniya i dopolnitel'nye materialy po ftiziatrii: Uchebnoe posobie.* BGMU Chernovcy: Meduniversitet. 2011. 320 p.
23. Todoriko LD redactor, Sem'yana IA, Shapovalov VP. *Kliniko-rentgenologicheskij atlas po diagnostike zabolivaniy legkih.* Chernovcy: Meduniversitet, 2013. 342 p.
24. Semencov AS, Myagkov AP. *Diagnosticheskie vozmozhnosti luchevyh funkcional'nyh issledovaniy bol'nyh hronicheskimi nespecificheskimi zabolivaniyami legkih [dissertaciya].* 1992, Zaporozh'e, Ukraina.
25. Gorbunov NA. *Funkcional'naya malodozovaya cifrovaya flyuorografiya dlya monitoringa effektivnosti terapii obostrenij hronicheskoy obstruktivnoj bolezni legkih.* *Sibirskij medicinskij zhurnal* 2012; 27: 1: 107–10.
26. Gorbunov NA, Laptev VYA, Kochura VI. i dr. *Osobennosti luchevoj diagnostiki hronicheskoy obstruktivnoj bolezni legkih na sovremennom etape. Luchevaya diagnostika i terapiya.* 2011; 4 (2): 33–9.
27. Ujita M, Hansell DM. Small airway disease: detection and insights with computed tomography. *M. Ujita, Eur. Respir. Monogr.* 2004; 30: 106–144.
28. Kotlyarov PM. *Mnogosrezovaya komp'yuternaya tomografiya legkih – novyj etap razvitiya luchevoj diagnostiki zabolivaniy legkih. Medicinskaya vizualizaciya.* 2011; (4): 14–20.
29. Prokop M. *Spiral'naya i mnogoslojnaya komp'yuternaya tomografiya: Uchebn. posobie. V 2-h t. Medpress-inform.* 2008. 416 p.
30. McDonough JE, Yuan R, Suzuki M [et al.]. Small-airway obstruction and emphysema in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 2011, 365 (17): 1567–1575.
31. Hersh CP, Washko GR, Estépar RSJ, [et al.]. COPD Gene Investigators: Paired inspiratory-expiratory chest CT scans to assess for small airways disease in COPD. *Respir Res.* 2013, 170: 301–7.
32. Verbanck S, Thompson BR, Schuermans D, [et al.]. Ventilation heterogeneity in the acinar and conductive zones of the normal ageing lung. *Thorax* 2012, 67 (9): 789–795.
33. Burgel PR: The role of small airways in obstructive airway diseases. *Eur Respir Rev* 2011; 20 (119): 23–33.
34. Austin JH, Müller NL, Friedman PJ et al. *Glossary of terms for CT of the lungs: recommendations of the Nomenclature Committee of the Fleischner Society.* *Radiology.* 1996; 200 (2): 327–31.
35. Tanaka N, Matsumoto T, Miura G [et al.]. Air trapping at CT: high prevalence in asymptomatic subjects with normal pulmonary function. *Radiology.* 2003; 227 (3): 776–85.
36. Amato M, Larici AR, Ciello A [et al.]. Inspiratory and expiratory MDCT (multidetector computed tomography) scans: automatic airways analysis in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Insights into Imaging.* 2011; 2 (1): 64–65.
37. Calvin YWH, Gladys GL Xenon ventilation CT scan demonstrates an increase in regional ventilation after bullectomy in a COPD patient. *Somat. Sessions.* 2010; 27: 64–65.
38. Kauczor HU, Hast J., Heussel CP [et al.]. CT attenuation of paired HRCT scans obtained at full inspiratory/expiratory position: comparison with pulmonary function tests. *Eur. Radiol.* 2002; 12 (11): 2757–63.
39. Camp PG, Ramirez-Venegas A, Sansores RH, [et al.]. COPD phenotypes in biomass smoke-versus tobacco smoke-exposed Mexican women. *Eur Respir J* 2014; 43: 725–34.
40. Lee KW, Chung SY, Yang I, [et al.]. Correlation of aging and smoking with air trapping at thin-section CT of the lung in asymptomatic subjects. *Radiology.* 2000; 214: 813–36.

41. Mets OM, Zanen P, Lammers JW, [et al.]. Early identification of small airways disease on lung cancer screening CT: comparison of current air trapping measures. *Lung* 2012; 190: 629–33.
42. Sébastien B, Grégory M, Arnaud B, [et al.]. Relationship between CT air trapping criteria and lung function in small airway impairment quantification. *BMC Pulmonary Medicine*. 2014; 14: 29.
43. Karimi R, Tornling G, Forsslund H, [et al.]. Differences in regional air trapping in current smokers with normal spirometry. *Eur Respir J*. 2017. 49 p.
44. Hashimoto M, Tate E, Watarai J, [et al.]. Air trapping on computed tomography images of healthy individuals: effects of respiration and body mass index. *Clin Radiol* 2006; 61: 883–7.
45. Mastora I, Remy-Jardin M, Sobaszek A, [et al.]. Thin-section CT finding in 250 volunteers: assessment of the relationship of CT findings with smoking history and pulmonary function test results. *Radiology* 2001; 218: 695–702.
46. Tanaka N, Matsumoto T, Miura G, [et al.]. Air trapping at CT: high prevalence in asymptomatic subjects with normal pulmonary function. *Radiology* 2003; 227: 776–85.
47. Galbán CJ, Han MK, Boes JL, [et al.]. Computed tomography-based biomarker provides unique signature for diagnosis of COPD phenotypes and disease progression. *Nat Med* 2012; 18: 1711–15.
48. Bhatt SP, Soler X, Wang X, [et al.]. Association between functional small airway disease and FEV1 decline in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2016; 194: 178–84.
49. Hoff BA, Pompe E, Postma DS, [et al.]. Morphological features of non-emphysematous obstruction in COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 2016; 193.
50. ПРИКАЗ № 555 Ministerstva zdavoohraneniya Ukrainy ot 27.06.2013. Ob utverzhdeniiivnedreniemediko-tekhnologicheskikh dokumentovpostandartizacii medicinskojpomoshchi pri hronicheskom obstruktivnom zabolevanii legkih. [Internet] URL https://zakononline.com.ua/documents/show/47081__486821.

Стаття надійшла до редакції 01.02.2022