



О.К. Яковенко<sup>1</sup>, О.Я. Дзюблик<sup>2</sup>, Я.О. Дзюблик<sup>2</sup>, Е.М. Ходош<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк

<sup>2</sup> ДУ «Національний науковий центр фтизіатрії, пульмонології та алергології імені Ф.Г. Яновського НАМН України», Київ

<sup>3</sup> Харківський національний медичний університет

## Шкала радіологічного скринінгу легеневого фіброзу як структурований діагностичний інструмент аналізу радіологічних патернів комп'ютерної томографії при пост-COVID-19 інтерстиційних захворюваннях легень

**Мета роботи** — розробити шкалу радіологічного скринінгу легеневого фіброзу для оцінки радіологічних патернів легеневого фіброзу у пацієнтів з пост-COVID-19 інтерстиційним захворюванням легень та на основі розробленої шкали покращити діагностику легеневого фіброзу.

**Матеріали та методи.** В дослідження увійшли пацієнти ( $n = 257$ ), які перенесли тяжкий COVID-19 в 2020 та 2021 р. та яким був виставлений діагноз постковідного синдрому з проявом пост-COVID-19 інтерстиційного захворювання легень (ПК-ІЗЛ).

**Результати та обговорення.** В 40,8 % випадків ( $n = 105$ , жінок 58 %, чоловіків 42 %, середній вік —  $(62,45 \pm 2,01)$  року) пацієнтам був виставлений діагноз ПК-ІЗЛ з легеним фіброзом за даними комп'ютерної томографії легень високої роздільної здатності в технічному режимі інспіраторної КТ із використанням тонкої колімації (0,6–1,5 мм) без уведення контрастної речовини. Пацієнтам з цієї досліджуваної групи ( $n = 105$ ) на основі розробленої шкали радіологічного скринінгу легеневого фіброзу по локалізації та ідентифікації радіологічних патернів була проведена інтерпретація радіологічних патернів комп'ютерної томографії легень.

Згідно зі структурованим та послідовним аналізом комп'ютерних томограм пацієнтів з ПК-ІЗЛ із установленням легеним фіброзом ( $n = 105$ ), за шкалою радіологічного скринінгу легеневого фіброзу, діагноз був підтверджений лише в 11,43 % випадків на підставі виявлених радіологічних патернів, що може свідчити про гіпердіагностику легеневого фіброзу при цій патології.

**Висновки.** Дана шкала потенційно може бути використана як додатковий діагностичний інструмент пульмонологами та радіологами для встановлення радіологічного діагнозу легеневого фіброзу при ПК-ІЗЛ та інших інтерстиційних захворюваннях легень з проявом легеневого фіброзу, а також як алгоритм дій для програм штучного інтелекту з інтерпретації радіологічних патернів інтерстиційних захворювань легень, проте отримані результати є попередніми та остаточно не підтвердженими.

### Ключові слова

Шкала радіологічного скринінгу легеневого фіброзу, комп'ютерна томографія, пост-COVID-19 інтерстиційні захворювання легень, звичайна інтерстиційна пневмонія, легенивий фіброз, ідіопатичний легенивий фіброз, штучний інтелект.

Після асоційованої з коронавірусною хворобою-2019 (COVID-19) пневмонії описані стійкі аномалії паренхіми легень, такі як пост-COVID-19-інтерстиційні захворювання легень (ПК-ІЗЛ), при яких на комп'ютерній томограмі спостерігають ознаки, що відповідають легенивому фіброзу (ЛФ). Проте виникають труднощі

в розрізненні дійсно незворотного фіброзу, фіброзоподібних і нефіброзних змін, а також у тому, що це може означати в прогнозуванні природного перебігу захворювання [13]. Чинники ризику розвитку фіброзоподібних рентгенологічних аномалій після тяжкого COVID-19 описані не повністю, а ступінь кореляції результатів комп'ю-

терної томографії (КТ) із симптомами та результатами оцінки функції після госпіталізації не з'ясовано. Однак вже через 4 міс після госпіталізації фіброзоподібні зміни спостерігали в 72 % пацієнтів, які перебували на респіраторній підтримці за допомогою штучної вентиляції легень, і в 20 % осіб, яким її не проводили [11].

Ушкодження епітелію та ендотелію відбувається у фазу гострого респіраторного дистрес-синдрому через порушення регуляції вивільнення матричних металопротеїназ, фактора роста ендотелію судин і цитокінів (інтерлейкіну-6 і фактора некрозу пухлини- $\alpha$ ), що призводить до гіперплазії пневмоцитів II типу та накопичення фібробластів і міофібробластів із надмірним відкладенням колагену [9]. Легеневий фіброз є визнаним наслідком гострого респіраторного дистрес-синдрому, але його клінічна значущість обговорюється [17]. Під час раннього відновлення після COVID-19 візуально переважає радіологічний патерн (РП) «матового скла», що може свідчити про наявність запального ексудату в альвеолах. З часом спостерігають зменшення виявів за типом «матового скла», підсилення ретикуляції та потовщення міжчасточкових перетинок із розршенням фіброзних змін до 49-го дня [8]. Загалом «матове скло» та консолідація з двобічним і периферичним поширенням є найтипівішими РП гострої пневмонії, асоційованої з COVID-19. Вони візуалізуються за допомогою КТ або рентгенологічного дослідження грудної клітки [5], що дає змогу пульмонологам припустити наявність інших інтерстиціальних захворювань легень (ІЗЛ), які характеризуються запаленням або ЛФ в інтерстиціальному просторі, основним наслідком чого є порушення газообміну, що призводить до задишки, зниження толерантності до фізичного навантаження та погіршення якості життя [15].

Пандемія COVID-19 несприятливо вплинула на всі етапи діагностики та лікування ІЗЛ, насамперед це стосується менеджменту пацієнтів з ІЗЛ і COVID-19, оскільки вони сприйнятливіші до інфікування і мають підвищений ризик тяжкого перебігу захворювання та летального наслідку. У тих, хто переніс SARS-CoV-2-інфекцію, залишаються радіологічні аномалії, хоча триває дискусія щодо того, чи справді це ІЗЛ. У деяких пацієнтів COVID-19 виявляє раніше не діагностоване ІЗЛ [13], у деяких випадках після COVID-19 спостерігають прогресування стійкого запального процесу у вигляді ПК-ІЗЛ, що персистує, із переважанням організуючої пневмонії [14] або змінами у вигляді пост-COVID-19-ЛФ [7]. Так, за даними вітчизняного дослідження, у 9,4 % випадків був установлений діагноз ПК-ІЗЛ, з них у 76 %

ПК-ІЗЛ була представлена як окрема респіраторна патологія у вигляді постковідного синдрому після тяжкого перебігу COVID-19, у 16 % — як дебют системного захворювання сполучної тканини після COVID-19, у 8 % — як інші хронічні ІЗЛ, які не були вчасно діагностовані до пандемії COVID-19. При ПК-ІЗЛ РП фіброзоподібних змін установлений у 64 % пацієнтів, формування РП ЛФ, який у деяких випадках був пов'язаний із системним захворюванням сполучної тканини та іншим хронічними ІЗЛ, — у 36 % [1].

Легеневий фіброз має радіологічні КТ-ознаки (ретикуляція, бронхоектази/бронхіолоектази, стільникова легеня, РП «матового скла», який менш екстенсивний за ретикуляцію) та характерний для таких ІЗЛ, як ідіопатичний ЛФ (ІЛФ) із РП звичайної інтерстиціальної пневмонії (ЗІП), неспецифічна інтерстиціальна пневмонія, хронічний гіперсенситивний пневмоніт (ГП), ІЗЛ при автоімунних захворюваннях тощо. Ще до пандемії COVID-19 РП фіброзоподібних змін був описаний при криптогенній організуючій пневмонії у вигляді базальної ретикуляції та порушення архітекτονіки з накладеними альвеолярними помутніннями, які є ознакою того, що в пацієнта може виникнути ЛФ [11]. Поширеність ПК-ЛФ точно не відома, але ранній аналіз даних пацієнтів із COVID-19 після виписки з лікарні свідчить про високий рівень фіброзних порушень. З огляду на те, що масштаби пандемії COVID-19 і кількість осіб у світі, які потребували штучної вентиляції легень, ці зміни в легенях, імовірно, будуть серйозною проблемою [9].

Складність КТ-діагностики ПК-ІЗЛ та інших ІЗЛ полягає у тому, що КТ-зміни дуже схожі при різних інтерстиціальних пневмоніях на РП ЛФ, зокрема таких ІЗЛ, як ЗІП при ІЛФ та неспецифічна інтерстиціальна пневмонія, що призводить до помилкового встановлення первинного діагнозу ІЗЛ із ЛФ. Наприклад, ІЛФ плутають з гіперсенситивним пневмонітом або навпаки, незважаючи на наявність КТ-відмінностей [12].

Пандемія COVID-19 призвела до дилеми в діагностиці ЛФ при ПК-ІЗЛ. Незважаючи на те, що ЛФ має чіткий РП, має місце гіпердіагностика ЛФ у пацієнтів з ІЗЛ після COVID-19. Виникнення таких помилок зумовлено складністю радіологічної діагностики, а також відсутністю тривалого та комплексного моніторингу за цією групою пацієнтів з ІЗЛ.

**Мета роботи** — розробити шкалу радіологічного скринінгу легеневого фіброзу для оцінки радіологічних патернів звичайної інтерстиціальної пневмонії та інших інтерстиціальних захворювань легень із патерном легеневого фіброзу, зокрема в пацієнтів з постковідними інтерстиціальними захворюван-

нями легень, яким за даними комп'ютерної томографії попередньо був встановлений діагноз легеневого фіброзу; за допомогою розробленої шкали об'єктивізувати радіологічний патерн легеневого фіброзу та поліпшити його діагностику.

### Матеріали та методи

У дослідження було залучено 257 пацієнтів, які перенесли тяжкий COVID-19 у 2020 та 2021 р. та яким був встановлений діагноз постковідного синдрому з виявом ІЗЛ. У 40,8 % випадків ( $n = 105$ , із них 58 % жінок та 42 % чоловіків, середній вік —  $(62,45 \pm 2,01)$  року) діагностовано ПК-ІЗЛ із ЛФ за даними КТ легень високої роздільної здатності в технічному режимі інспіраторної КТ із використанням тонкої колімації ( $0,6\text{--}1,5$  мм) без уведення контрастної речовини.

У ретроспективному аналізі з анамнезу було з'ясовано, що 48 % пацієнтів із ПК-ІЗЛ у гострий період тяжкого COVID-19 перебували на неінвазивній респіраторній підтримці (СРАР), яка, за даними біноміального тесту на рівні значущості 5 %, значуще не вплинула на наявність РП ЛФ та прогресування ПК-ІЗЛ. Наявність радіологічного патерну ЛФ відзначена як у випадках використання СРАР, так і без неї, тому для остаточного висновку про вплив респіраторної підтримки на перебіг цієї патології використано асимптоматичний Т-тест Бернуллі для порівняння ймовірностей успіху в двох незалежних схемах випробувань. Отримане спостережене значення критерію становило 0,55, натомість 5 %-критичне значення розподілу Стьюдента — 2,07, що дало підставу для висновку про відсутність значущого зв'язку між СРАР і наявністю РП ЛФ при ПК-ІЗЛ.

Також у досліджуваній групі пацієнтів із ПК-ІЗЛ не виявлено значущого зв'язку між наявністю РП ЛФ і статтю пацієнтів ( $p = 1,000$ ;  $p = 0,146$  за біноміальним критерієм) та віком ( $p = 0,881$  або  $p = 0,885$  за біноміальним критерієм). Клінічний перебіг ПК-ІЗЛ, окрім радіологічних змін, виявлених при КТ у динаміці, оцінювали за допомогою опитування пацієнтів, показників спірометрії, тесту з 6-хвилинною ходьбою (6МВТ), сатурації. У всіх випадках виявлено рестриктивні зміни при дослідженні спірометрії та зниження толерантності до фізичного навантаження з виникненням задишки, а також зменшення сатурації різного ступеня. Розрахунок коефіцієнта кореляції між показниками форсованої життєвої ємності легень (ФЖЄЛ) та прогресуванням хвороби, між ФЖЄЛ і 6МВТ, між об'ємом форсованого видиху за першу секунду (ОФВ<sub>1</sub>) та прогресуванням хвороби, між ОФВ<sub>1</sub> і 6МВТ виявив наявність значущих (на рівні 5 %) кореляцій середнього рівня. За до-

помогою тесту Колмогорова—Смирнова встановлено, що показники ФЖЄЛ ( $p = 0,200$ ), ОФВ<sub>1</sub> ( $p = 0,200$ ) і 6МВТ розподілені за нормальним законом, тому для аналізу залежності цих показників від прогресування хвороби використано Т-тест для незалежних нормально розподілених вибірок, який показав, що прогресування хвороби й показники ФЖЄЛ та ОФВ<sub>1</sub> є значуще взаємозалежними на рівні 5 %, тоді як значущої залежності між 6МВТ і прогресуванням хвороби не встановлено. Виявлено, що за відсутності радіологічного патерну ЛФ ймовірність прогресування ПК-ІЗЛ (вибіркова частка 0,13) значуще менша за ймовірність поліпшення клінічного перебігу ПК-ІЗЛ (вибіркова частка 0,87).

Пацієнтам із досліджуваної групи ( $n = 105$ ) на основі розробленої шкали радіологічного скринінгу легеневого фіброзу (ШРСЛФ) за локалізацією (А) та ідентифікацією РП ЛФ (Б) була проведена інтерпретація РП за бальною шкалою (В):

- А. Білатеральне ураження базального інтерстицію (+20 балів), білатеральне, субплевральне ураження периферичного інтерстицію (+20 балів), переважають ураження верхніх відділів інтерстицію (верхівки) (−10 балів), наявне лише одностороннє ураження та/або ураження верхніх відділів інтерстицію (−10 балів);
- Б. Білатеральний патерн ретикуляції (сітчасті зміни) (+20 балів), білатеральні зміни, які нагадують патерн стільникової легені (+10 балів), білатеральний патерн стільникової легені (+20 балів), білатеральний малюнок, подібний до бронхоктаз (+10 балів), білатеральний патерн бронхоктаз (+20 балів), білатеральний патерн консолидації (−10 балів), переважає патерну «матового скла» (−10 балів), наявність патерну емфіземи/емфізематозних кіст/циліндричних бронхоктаз (−10 балів);
- В. Згідно зі структурованим та послідовним аналізом РП із визначенням балів за ШРСЛФ за наявності 60–80 балів може бути діагностований ЛФ, > 80 балів — ЛФ із патерном ЗІП (ІЛФ), 30–60 балів — можливі фіброзоподібні зміни, ЛФ малоімовірний, < 30 балів — ЛФ відсутній.

Оцінку DICOM-файлів КТ легень пацієнтів із ПК-ІЗЛ ( $n = 105$ ) проводили за допомогою програми K-PACS Workstation із пошаровим вивченням зображень у легеневому вікні, послідовним аналізом виявлених РП і визначенням кількості балів за ШРСЛФ (рис. 1).

### Результати та обговорення

Розбіжність між раніше встановленим діагнозом ЛФ та його діагностикою за допомогою ШРСЛФ при ПК-ІЗЛ становила 88,57 % уна-

Радіологічні патерни	Бали	ІЗЛ без легеневого фіброзу < 30 Б
Білатеральне ураження базального інтерстицію	+20	+20
Білатеральне, субплевральне ураження периферичного інтерстицію	+20	+20
Переважають ураження верхніх відділів інтерстицію (верхівки)	-10	-10
Білатеральний патерн ретикуляції	+20	.....
Білатеральні зміни, які нагадують патерн стільникової легені	+10	.....
Білатеральний патерн стільникової легені	+20	.....
Білатеральний малюнок, подібний на бронхоектази	+10	.....
Білатеральний патерн бронхоектазів	+20	.....
Білатеральний патерн консолидації	-10	-10
Переважання патерну матового скла	-10	-10
Наявність патерну емфіземи/емфізематозних кіст/циліндричних бронхоектазів	-10	.....

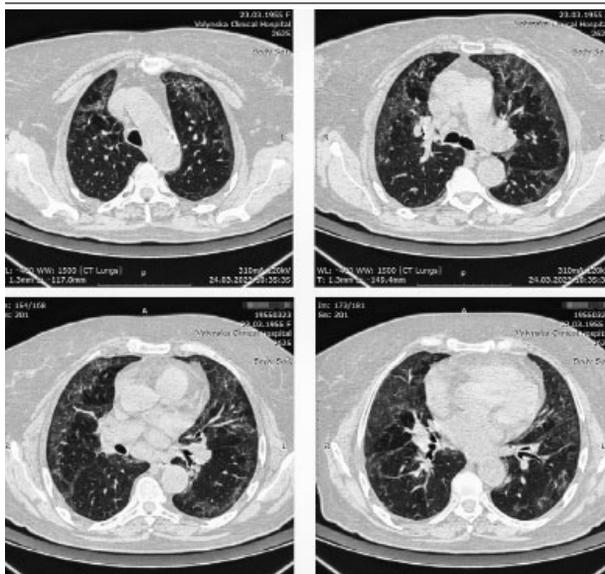


Рис. 1. Пост-COVID-19 ІЗЛ без ЛФ (10 балів)

Радіологічні патерни	Бали	ІЗЛ із фіброзоподібними змінами 30–60 Б
Білатеральне ураження базального інтерстицію	+20	+20
Білатеральне, субплевральне ураження периферичного інтерстицію	+20	+20
Переважають ураження верхніх відділів інтерстицію (верхівки)	-10	-10
Білатеральний патерн ретикуляції	+20	+20
Білатеральні зміни, які нагадують патерн стільникової легені	+10	.....
Білатеральний патерн стільникової легені	+20	.....
Білатеральний малюнок, подібний на бронхоектази	+10	.....
Білатеральний патерн бронхоектазів	+20	.....
Білатеральний патерн консолидації	-10	.....
Переважання патерну матового скла	-10	-10
Наявність патерну емфіземи/емфізематозних кіст/циліндричних бронхоектазів	-10	.....

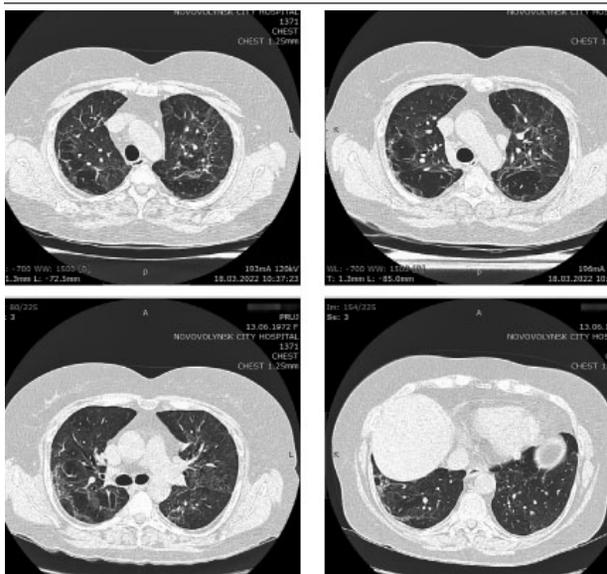


Рис. 2. Пост-COVID-19 ІЗЛ із фіброзоподібними змінами (40 балів)

слідок не підтвердженого ЛФ (рис. 1, 2). Діагноз ЛФ за результатами аналізу з використанням ШРСЛФ був підтверджений лише в 11,43 % (n = 12) випадків на підставі виявлених РП по шкалі від 60 Б до 80 Б (рис. 3–4) та більше, що свідчить про наявність виявленої гіпердіагностики ЛФ при ПК-ІЗЛ. Отримані результати доводять, що ШРСЛФ потенційно можна використовувати як додатковий діагностичний інструмент для пульмонологів та радіологів, а також для розробки алгоритмів штучного інтелекту (ШІ) для встановлення радіологічного діагнозу ЛФ при ПК-ІЗЛ, ЗІП (ІЛФ) та інших

ІЗЛ із виявом ЛФ, але це попередні результати, тому необхідно провести спільні наукові дослідження пульмонологами та радіологами для оцінки позитивної прогностичної цінності розробленої ШРСЛФ для діагностики ЛФ при ПК-ІЗЛ.

Виявлено понад 200 ІЗЛ — від надзвичайно рідкісних до відносно поширених. Більшість ІЗЛ характеризуються запаленням або ЛФ в інтерстиційному просторі, основним наслідком чого є порушення газообміну, що призводить до задишки, зниження толерантності до фізичного навантаження та погіршення якості життя. Наслідки значно відрізняються залежно від ІЗЛ.

Радіологічні патерни	Бали	ІЗЛ із легневим фіброзом
		60–80 Б
Білатеральне ураження базального інтерстицію	+20	+20
Білатеральне, субплевральне ураження периферичного інтерстицію	+20	+20
Переважають ураження верхніх відділів інтерстицію (верхівки)	-10	-10
Білатеральний патерн ретикуляції	+20	+20
Білатеральні зміни, які нагадують патерн стільникової легені	+10	+10
Білатеральний патерн стільникової легені	+20	.....
Білатеральний малюнок, подібний на бронхоектази	+10	.....
Білатеральний патерн бронхоектазів	+20	+20
Білатеральний патерн консолидації	-10	-10
Переважання патерну матового скла	-10	-10
Наявність патерну емфіземи/емфізематозних кіст/циліндричних бронхоектазів	-10	.....

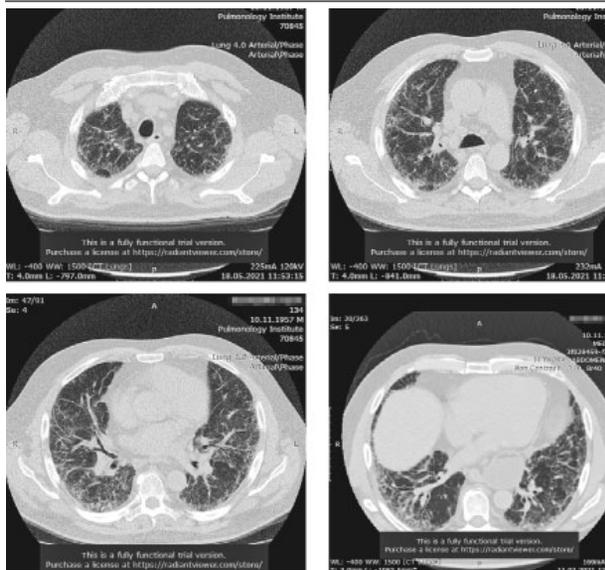


Рис. 3. Пост-COVID-19 ІЗЛ із прогресуючим ЛФ (ANA+) та виникненням раку легень (Adenocarcinoma, EGFR+) (60 балів)

За деяких станів може відбуватися спонтанна зворотність або стабілізація, але в багатьох осіб з ІЗЛ, особливо у тих, у кого має місце прогресування ЛФ і дихальна недостатність, є високий ризик летального наслідку [15].

Для якісної діагностики ІЗЛ радіолог має ідентифікувати та схарактеризувати знахідки на КТ відповідно до сучасної номенклатури термінів (аномалії у вигляді таких РП, як вузлики, мікрочасточки, кісти, псевдокісти, стільникові зміни, ретикуляція, мозаїчне згасання, лінійне помутніння, помутніння за типом «матового скла», потовщення міжчасточкової перегородки,

Радіологічні патерни	Бали	ЗІП або ІЛФ
		80–100 Б
Білатеральне ураження базального інтерстицію	+20	+20
Білатеральне, субплевральне ураження периферичного інтерстицію	+20	+20
Переважають ураження верхніх відділів інтерстицію (верхівки)	-10	.....
Білатеральний патерн ретикуляції	+20	+20
Білатеральні зміни, які нагадують патерн стільникової легені	+10	.....
Білатеральний патерн стільникової легені	+20	+20
Білатеральний малюнок, подібний на бронхоектази	+10	.....
Білатеральний патерн бронхоектазів	+20	+20
Білатеральний патерн консолидації	-10	-10
Переважання патерну матового скла	-10	-10
Наявність патерну емфіземи/емфізематозних кіст/циліндричних бронхоектазів	-10	.....

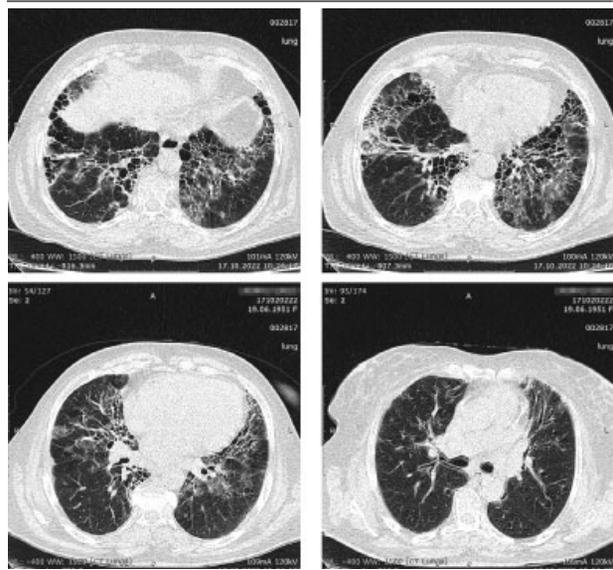


Рис. 4. Пост-COVID-19 із супутнім ІЛФ (80 балів)

бронхоектази та консолидація) [3], а знання та розуміння анатомії легень дає змогу визначити анатомічний розподіл цих аномалій, що також важливо для диференційного діагнозу.

У 2024 р. члени товариства Флейшнера оновили глосарій термінів для торакальної візуалізації, мета якого сприяти ще суворому використанню термінології, яка потрібна для структурованої звітності й точного пошуку у великих базах даних [4]. Незважаючи на стандартизацію термінології для торакальної радіології в пацієнтів з ІЗЛ та виявом ЛФ використання базових даних КТ залишається складним завданням. Упродовж

останніх п'яти років спостерігається експоненціальне збільшення кількості пристроїв для радіології, схвалених FDA, переважно завдяки багатообіцяючим результатам, які дає штучний інтелект (ШІ). Компанія Siemens вже інтегрувала ШІ у своє програмне забезпечення для автоматичної ідентифікації та кількісної оцінки ділянок інтесу в легенях. Функції програмного забезпечення спочатку пропонують сегментацію легеневої тканини, а потім надають результати сегментації часток легень, виявлення та вимірювання уражень. У пацієнтів, які страждають на COVID-19, програмне забезпечення може аналізувати консолідацію та помутніння за типом «матового скла», виявляючи інші аномалії, і цю функціональність слід використовувати для діагностики ІЗЛ [6]. Недоступну для неозброєного ока додаткову інформацію з комп'ютерних томограм можна отримати за допомогою їхнього математичного опрацювання та створення сегментованих гістограм, що дає змогу порівнювати й аналізувати як ізольовані, так і поширені зміни з урахуванням динаміки патофізіологічних характеристик органів та тканин при різних захворюваннях людини.

Уже не один рік фахівці ДУ «Національний науковий центр фтизіатрії, пульмонології та алергології імені Ф.Г. Яновського НАМН України» для аналізу КТ-зображень грудної клітки використовують ліцензовану програму Dragonfly від Object Research Systems (Монреаль, Канада), яка виконує мікрорентгенівський структурний аналіз досліджуваних тканин, що дало змогу виявити особливості змін паренхіми легень при пневмонії, асоційованої з COVID-19, та її наслідками [2]. Сучасні діагностичні підходи використовують комп'ютерні діагностичні інструменти для поліпшення виявлення захворювань, моніторингу й точного прогнозування захворювання, які ґрунтуються на ШІ, можуть бути використані в комп'ютерній медицині [6]. Інтерстиційні захворювання легень має діагностувати комісія, до складу якої входять пульмонолог, радіолог і

патоморфолог, із залученням інших необхідних спеціалістів, які обговорюють комбінацію зображень на комп'ютерній томограмі, гістології, результати тестування легеневої функції та інші обстеження. Саме тому була розроблена ШРСЛФ за локалізацією та ідентифікацією РП ЛФ, яка потенційно може бути використана як додатковий діагностичний інструмент для лікарів пульмонологів і радіологів, а також як алгоритм для програм ШІ з інтерпретації РП ЛФ для кращої диференційної діагностики ПК-ІЗЛ та інших ІЗЛ з виявом ЛФ, але розроблена ШРСЛФ потребує проведення спільних наукових досліджень пульмологами, радіологами та патоморфологами для оцінки позитивної прогностичної цінності шкали для діагностики ЛФ при ПК-ІЗЛ.

## Висновки

Попередньо встановлений діагноз ЛФ за результатами аналізу з використанням ШРСЛФ при ПК-ІЗЛ не був підтверджений у 88,57 % випадків, що може свідчити про його гіпердіагностику при цій патології.

Згідно зі структурованим та послідовним аналізом РП за ШРСЛФ за наявності 60–80 балів може бути діагностований ЛФ, > 80 балів – ЛФ із патерном ЗІП (ІЛФ), 30–60 балів – можливі фіброзоподібні зміни, ЛФ малоімовірний, 30 балів – ЛФ відсутній.

Розроблена ШРСЛФ потенційно може бути використана як додатковий діагностичний інструмент пульмологами та радіологами для встановлення радіологічного діагнозу ЛФ при ПК-ІЗЛ, ЗІП (ІЛФ) та інших ІЗЛ із виявом ЛФ, а також як алгоритм дій для програм ШІ з інтерпретації РП та для кращої диференційної діагностики ІЗЛ із виявом ЛФ, але отримані результати є попередніми та остаточно не підтвердженими, тому потребують подальшого вивчення клініцистами, радіологами та патоморфологами для оцінки позитивної прогностичної цінності розробленої ШРСЛФ для діагностики ЛФ при ПК-ІЗЛ.

## Конфлікту інтересів немає.

**Участь авторів:** концепція та дизайн дослідження, збір, аналіз та інтерпретація даних, написання статті – О.К. Яковенко; редагування та остаточно затвердження статті – О.Я. Дзюблик, Я.О. Дзюблик, Е.М. Ходош.

## Список літератури

1. Яковенко ОК, Дзюблик ЯО, Ханін ОГ та ін. Пост-COVID-19 інтерстиційні захворювання легень як прояв постковідного синдрому. Укр пульмонол журн. 2023;31(2):39-43. <http://www.ifp.kiev.ua/doc/journals/upj/23/pdf23-2/39.pdf>.
2. Яковенко ОК, Линник МІ, Ліскіна ІВ та ін. Рентгенологічні та морфологічні особливості розвитку синдрому легень, що зникають, у хворих на негоспітальну вірусну пневмонію (COVID-19). Infusion & Chemotherapy. 2024;7(1):24-30. doi: 10.32902/2663-0338-2024-1-24-30.
3. Althobiani MA, et al. Interstitial lung disease: a review of classification, etiology, epidemiology, clinical diagnosis, pharmacological and non-pharmacological treatment. Front Med (Lausanne). 2024 Apr 18;11:1296890. doi: 10.3389/fmed.2024.1296890.
4. Bankier A, et al. Fleischner Society: Glossary of Terms for Thoracic Imaging. Radiology. 2024;310(2):232558. doi: 10.1148/radiol.232558.
5. Churrua M, et al. COVID-19 pneumonia: A review of typical radiological characteristics. World J Radiol. 2021 Oct 28;13(10):327-343. doi: 10.4329/wjr.v13.i10.327.
6. Dack E, et al. Artificial Intelligence and Interstitial Lung Disease. Diagnosis and Prognosis. Investigative Radiology. 2023;58(8):602-9. doi: 10.1097/RLI.0000000000000974.

7. Deependra Kumar Rai, et al. Post COVID 19 pulmonary fibrosis. Is it real threat? Indian J Tuberc. 2021 Jul;68(3):330-3. doi: 10.1016/j.ijtb.2020.11.003.
8. Fang Y, et al. Pulmonary fibrosis in critical ill patients recovered from COVID-19 pneumonia: preliminary experience. Am J Emerg Med. 2020;38:2134-8. doi: 10.1016/j.ajem.2020.05.120.
9. George PM, et al. Pulmonary fibrosis and COVID-19: the potential role for antifibrotic therapy. Lancet Respir Med. 2020 Aug;8(8):807-15. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30225-3.
10. Martinez-Jimenez S, et al. Specialty Imaging: HRCT of the Lung, 2nd Edition. Elsevier Health Sciences, 2017. 600 p. Print ISBN: 9780323524773.
11. McGroder CF, et al. Pulmonary fibrosis 4 months after COVID-19 is associated with severity of illness and blood leucocyte telomere length. Thorax. 2021;76:1242-5. doi:10.1136/thoraxjnl-2021-217031.
12. Morell F, et al. Chronic hypersensitivity pneumonitis in patients diagnosed with idiopathic pulmonary fibrosis: a prospective case-cohort study. Lancet Respir Med. 2013 Nov;1(9):685-94. doi: 10.1016/S2213-2600(13)70191-7.
13. Myall KJ, et al. How COVID-19 interacts with interstitial lung disease. Breathe (Sheff). 2022 Mar;18(1):210158. doi: 10.1183/20734735.0158-2021.
14. Myall KJ, et al. Persistent post-COVID-19 interstitial lung disease. An observational study of corticosteroid treatment. Ann Am Thorac Soc. 2021 May;18(5):799-806. doi: 10.1513/AnnalsATS.202008-1002OC.
15. Wijsenbeek M, et al. Interstitial lung diseases. Lancet. 2022 Sep 3;400(10354):769-86. doi: 10.1016/S0140-6736(22)01052-2.
16. Wilcox ME, et al. Radiologic outcomes at 5 years after severe ARDS. Chest. 2013;143:920-6. doi: 10.1378/chest.12-0685.

O.K. Yakovenko<sup>1</sup>, O.Ya. Dziublyk<sup>2</sup>, Ya.O. Dziublyk<sup>2</sup>, E.M. Khodosh<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

<sup>2</sup>SO «National Scientific Center of Phthisiology, Pulmonology and Allergology named after F.G. Yanovsky of NAMS of Ukraine», Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup>Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

## Radiological Screening Scale for Pulmonary Fibrosis as a Structured Diagnostic Tool for the Analysis of Radiological Patterns of Computed Tomography in Post-COVID-19 Interstitial Lung Diseases

**Objective** – to develop a radiological screening scale for pulmonary fibrosis to evaluate radiological patterns of pulmonary fibrosis in patients with post-COVID-19 interstitial lung disease and, based on this scale, to improve the diagnosis of pulmonary fibrosis.

**Materials and methods.** The study included patients (n = 257) who had had severe COVID-19 in 2020 and 2021 and who were diagnosed with post-COVID syndrome with post-COVID-19 interstitial lung disease (PC-ILD).

**Results and discussion.** In 40.8 % of cases (n = 105; women 58 %, men 42 %; mean age (62.45 ± 2.01) years), patients were diagnosed with PC-ILD with pulmonary fibrosis according to high-resolution computed tomography (CT) of the lungs performed in inspiratory mode using fine collimation (0.6–1.5 mm) without administration of contrast medium. Patients from this study group (n = 105) underwent interpretation of CT radiological patterns of the lungs based on the developed Radiological Pulmonary Fibrosis Screening Scale for the localisation and identification of radiological patterns.

According to a structured and sequential analysis of CT scans of patients with PC-ILD and diagnosed pulmonary fibrosis (n = 105), using the Radiological Screening Scale for Pulmonary Fibrosis, the diagnosis was confirmed only in 11.43 % of cases based on the identified radiological patterns, which may indicate overdiagnosis of pulmonary fibrosis in this pathology.

**Conclusions.** This scale can potentially be used as an additional diagnostic tool by pulmonologists and radiologists to establish a radiological diagnosis of pulmonary fibrosis in PC-ILD and other interstitial lung diseases with pulmonary fibrosis, as well as an algorithm for artificial intelligence programmes for interpreting radiological patterns in interstitial lung diseases; however, the results obtained are preliminary and not yet confirmed.

**Keywords:** radiological screening scale of pulmonary fibrosis, computed tomography, post-COVID-19 interstitial lung disease, usual interstitial pneumonia, pulmonary fibrosis, idiopathic pulmonary fibrosis, artificial intelligence.

### Контактна інформація / Corresponding author

Яковенко Олег Костянтинович, д. мед. н., зав. кафедри внутрішньої та сімейної медицини медичного факультету  
<https://orcid.org/0000-0002-9865-4314>. E-mail: volyn\_pulmo@ukr.net

Стаття надійшла до редакції / Received 04.07.2025.

Стаття рекомендована до опублікування / Accepted 26.08.2025.

Стаття опублікована / Published 30.10.2025.

### ДЛЯ ЦИТУВАННЯ

- Яковенко ОК, Дзюблык ОЯ, Дзюблык ЯО, Ходош ЕМ. Шкала радіологічного скринінгу легеневого фіброзу як структурований діагностичний інструмент аналізу радіологічних патернів комп'ютерної томографії при пост-COVID-19 інтерстиційних захворюваннях легень. Туберкульоз, легеневі хвороби, ВІЛ-інфекція. 2025;4:61-67. doi: 10.30978/TB2025-4-61.
- Yakovenko OK, Dziublyk OYa, Dziublyk YaO, Khodosh EM. [Radiological Screening Scale for Pulmonary Fibrosis as a Structured Diagnostic Tool for the Analysis of Radiological Patterns of Computed Tomography in Post-COVID-19 Interstitial Lung Diseases]. Tuberculosis, Lung Diseases, HIV Infection (Ukraine). 2025;4:61-67. <http://doi.org/10.30978/TB2025-4-61>. Ukrainian.