

О. К. Яковенко, В. І. Ігнат'єва, Г. Л. Гуменюк, О. Р. Тарасенко,
В. А. Святненко, М. І. Линник
ВІДДАЛЕНІ РЕЗУЛЬТАТИ ПЕРЕБІГУ НЕГОСПІТАЛЬНОЇ ВІРУСНОЇ ПНЕВМОНІЇ COVID-19
ЗА ДАНИМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТОМОГРАФІЇ

КП Волинська областна клінічна лікарня Волинської облради
ДУ "Національний інститут фізіотерії і пульмонології ім. Ф.Г. Яновського НАМН України", м. Київ
Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

ВІДДАЛЕНІ РЕЗУЛЬТАТИ ПЕРЕБІГУ НЕГОСПІТАЛЬНОЇ
ВІРУСНОЇ ПНЕВМОНІЇ COVID-19 ЗА ДАНИМИ
КОМП'ЮТЕРНОЇ ТОМОГРАФІЇ

О. К. Яковенко, В. І. Ігнат'єва, Г. Л. Гуменюк, О. Р. Тарасенко,
В. А. Святненко, М. І. Линник

Резюме

Мета дослідження — вивчити у динаміці зміни структури легень у хворих з ускладненим перебігом негоспітальної вірусної пневмонії COVID-19 шляхом програмної обробки даних комп'ютерної томографії органів грудної порожнини (КТ ОГП) та визначити особливості змін для прогнозування результатів.

Матеріали та методи. Проведено аналіз динаміки даних КТ ОГП 70 пацієнтів із негоспітальною пневмонією вірусної етіології (COVID-19).

Діагноз COVID-19 встановлювався відповідно до чинних протоколів лікування коронавірусної хвороби. КТ ОГП проводили на сканері Aquilion TSX-101A «Тошиба» (Японія) із записом результатів на цифрові носії з подальшою їхньою програмною обробкою.

Результати. З 70 пацієнтів з негоспітальною пневмонією вірусної етіології (COVID-19), у 21 пацієнта (15 чоловіків та 6 жінок) виявлено бульозно-емфізематозні зміни в паренхімі подібні до «синдрому зникаючої легені», що склало 30 % від усіх обстежених. Випадків формування масивних фіброзних післязапальних змін не виявлено.

Висновки. Враховуючи великий відсоток діагностики «синдрому зникаючої легені», зумовленого аутоімунним процесом у пацієнтів з ускладненим перебігом негоспітальної вірусної пневмонії COVID-19, необхідна розробка методів лікування. З метою діагностики ускладнень, їх профілактики та прогнозування перебігу важких форм пневмонії COVID-19 необхідне проведення КТ ОГП у динаміці з виконанням денситометричних досліджень легеневої паренхіми.

Ключові слова: COVID-19, комп'ютерна томографія, синдром зникаючої легені, денситометрія, легеневий запальний фіброз.

Укр. пульмонол. журнал. 2022;30(2-3):37-41.

Яковенко Олег Константинович
КП Волинська обласна клінічна лікарня
Завідувач відділення пульмонології
Канд. мед. наук
21, проспект Грушевського, м. Луцьк, 43005, Україна
volyn_pulmo@ukr.net

LONG-TERM TREATMENT OUTCOMES IN COMMUNITY-ACQUIRED
COVID-19 VIRAL PNEUMONIA ASSESSED BY COMPUTED
TOMOGRAPHY DATA

O. K. Yakovenko, V. I. Ignatieva, G. L. Gumeniuk, O. R. Tarasenko,
V. A. Svyatnenko, M. I. Lynnyk

Abstract

The aim was to study the evolution of changes in the structure of the lungs in patients with a complicated course of community-acquired COVID-19 viral pneumonia by software processing of CT scan data and to determine the features of changes to predict its outcome.

Materials and methods. The analysis of CT scan series of 70 patients with community-acquired viral pneumonia (COVID-19) was performed.

The diagnosis of COVID-19 was established in accordance with the current protocols for the treatment of coronavirus disease. CT scan was performed on the scanner Aquilion TSX-101A "Tochiba" (Japan) with the recording of the results on digital media and subsequent software processing of data.

Results. Of the 70 study patients in 21 patients (30 % of all examined subjects, 15 men and 6 women) bullous-emphysematous lesions of lung parenchyma attributable to "vanishing lung syndrome" were revealed. There were no cases of massive post-inflammatory pulmonary fibrosis found.

Conclusions. Considering high prevalence of "vanishing lung syndrome" caused by the autoimmune process in patients with complicated community-acquired COVID-19 viral pneumonia, it is necessary to develop the methods of its management. To reveal complications, prevent them and predict the course of severe forms of COVID-19 pneumonia, it is necessary to perform repeated CT scans with densitometry of the pulmonary parenchyma.

Key words: COVID-19, CT scan, vanishing lung syndrome, densitometry, post-inflammatory pulmonary fibrosis.

Ukr. Pulmonol. J. 2022;30(2-3):37-41.

Oleg K. Yakovenko
Volyn Regional Clinical Hospital
Head of pulmonology department
MD, PhD
21, Grushevskogo av., Lutsk, 43005, Ukraine
volyn_pulmo@ukr.net

Прогнозувати остаточне закінчення пандемії коронавірусної хвороби (COVID-19), асоційованої з SARS-CoV-2, яка розпочалась у 2019 році [1], на теперішній час не беруться жодні спеціалісти. Вірус постійно мутує та стає більш контагіозним. Цьому небезпечному інфекційному захворюванню приділяється пильна увага епідеміологів, медиків, економістів, політиків та соціальних

структур усіх країн світу. Швидкими темпами перебудовується медична інфраструктура під це захворювання, в усьому світі активуються програми по вакцинації.

За три минулих роки світова медицина набула нових знань про етіологію та патогенез цього небезпечного інфекційного захворювання та нових методів його лікування, розроблені нові методи терапії патологічних станів COVID-19 та профілактики її ускладнень на амбулаторному та стаціонарному етапах [2]. Визначено рентгенологічні критерії діагностики вірусної пневмонії, асоційованої з SARS-CoV-2 [3, 4]. У 2019 та 2020 роках у міжнародних і національних протоколах по лікуванню

COVID-19 існувало уявлення про те, що в гостру фазу коронавірусної хвороби проведення комп'ютерної томографії (КТ) органів грудної клітки (ОГК) не є обов'язковим [5]. Проте, поява в 3-ю хвилю пандемії COVID-19, коли штам Дельта домінував у популяції, високого відсотку такого важкого ускладнення як бульозна легенева емфізема («синдром зникаючої легені»), яке виникало як в гострий період захворювання, так і розвивалося або прогресувало в постковідний період (через 3–4 місяці) після стаціонарного лікування, спонукало переглянути це уявлення. За даними наших досліджень «синдром зникаючої легені» серед усіх ускладнень негоспітальної пневмонії вірусної етіології (COVID-19) складав 30 % [6]. Це дало нам підставу стверджувати, що КТ ОГК необхідно проводити усім пацієнтам після закінчення стаціонарного курсу лікування і ліквідації гострого респіраторного дистрес-синдрому (ГРДС), що дозволить своєчасно діагностувати зміни архітекtonіки легень та ускладнення цього інфекційного захворювання [6]. Питання актуальності моніторингу патологічних процесів в легенях при COVID-19 розглядалось також зарубіжними дослідниками [7].

Одним із помилкових уявлень також став діагноз постковідного фіброзу легень, про який писали в перші роки пандемії майже в кожній публікації. Такий погляд дослідників імовірно був сформований на підставі попереднього досвіду ускладнень тяжких інфекційних захворювань, які в гострий період супроводжувались розвитком ГРДС. Постінфекційний фіброз [8] розвивався після SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome) у 2002–2003 рр. і близькосхідного дихального синдрому MERS (Middle East Respiratory Syndrome) у 2012 р. [9, 10]. В одному із досліджень прогресування фіброзних змін на КТ ОГК після гострих симптомів захворювання спостерігали протягом 7 років [10].

Проте в наших дослідженнях таких ускладнень як дифузні фіброзні зміни внаслідок негоспітальної пневмонії вірусної етіології (COVID-19) не спостерігалось [6]. Проблема виникнення таких помилкових уявлень з нашої точки зору була обумовлена тим, що пацієнти, яким встановлювався діагноз фіброзу, не мали архіву моніторингу КТ ОГК протягом тривалого терміну перебігу захворювання. Через 3–4 місяці після гострого перебігу захворювання такі рентгенологічні симптоми як консолідація, ретикулярні зміни, симптом «бруківки» [4, 11] з ущільненням патологічних змін в легенях помилково трактувались як фіброз. Але через декілька місяців відбувалось або повне розсмоктування патологічного процесу, або формування бульозно-емфізематозних змін в легенях з наступним виникненням дифузної емфіземи легень.

На теперішній час Європейське товариство радіологів рекомендує проводити КТ ОГК усім пацієнтам з респіраторними симптомами COVID-19 [12, 13]. За даними китайських дослідників чутливість КТ ОГК досягає 97 %, у зв'язку з чим цей метод рекомендується використовувати як скринінгові тест [14]. При цьому зазначається, що дані КТ ОГК корелюють з клінічними даними, сатурацією кисню (SaO_2) та показниками функції зовнішнього дихання [3].

За даними багатьох зарубіжних авторів навіть через 3 місяці після виписки із стаціонару у 17–91 % хворих [15, 16] на негоспітальну пневмонію вірусної етіології (COVID-19), які потребували кисневої підтримки, зберігалися патологічні зміни на КТ ОГК [17–19] та поступово зникали протягом 12 місяців. Найбільш виражені патологічні зміни на КТ ОГК спостерігалися у пацієнтів, які лікувалися у відділеннях інтенсивної терапії [20].

Після двох років ретельних спостережень за пацієнтами, які перенесли тяжку негоспітальну пневмонію вірусної етіології (COVID-19) та за даними аналізу моніторингу КТ ОГК, дослідники дійшли висновку, що ті зміни, які спостерігаються у хворих після 3 місяців після гострого періоду COVID-19 і розсмоктовуються протягом 6–12 місяців, не є справжнім фіброзом. Оскільки ці зміни за щільністю наближались до щільності фіброзу, вони отримали назву «фіброзоподібні зміни», які потребують спостереження до 12 місяців [17–19].

У пацієнтів з патологічними ознаками на КТ ОГК після гострого періоду захворювання рекомендується подальше спостереження з проведенням контрольної КТ ще через 2–3 місяці. Під час моніторингу пацієнта з новими або прогресуючими рентгенологічними симптомами призначаються контрольні КТ ОГК кожні 2–3 місяця для оцінки можливих ускладнень, таких як тромбоз дрібних гілок легеневої артерії, «синдром зникаючої легені», пневмоторакс, пневмомедіастинум, супутні інфекції, піопневмоторакс.

Оскільки патологічні процеси в легенях після гострого періоду захворювання і ліквідації ГРДС можуть зберігатися більше ніж 3 місяці, а рентгенологічні симптоми еволюціонувати ще протягом 6–12 місяців, актуальності набуває розробка методів діагностики, які дозволять прогнозувати перебіг негоспітальної вірусної пневмонії COVID-19.

Щоб уникнути можливих помилок діагностики ускладнень при тривалому перебігу негоспітальної пневмонії вірусної етіології (COVID-19) доцільно з метою прогнозування перебігу захворювання проводити моніторинг КТ ОГК.

Обробка зображень КТ ОГК та проведення денситометрії дозволить дослідити послідовність змін структури легеневої тканини та еволюцію рентгенологічних елементів протягом тривалого часу — до повного розсмоктування патологічних змін або до розвитку ускладнень, що дасть підставу прогнозувати перебіг негоспітальної пневмонії вірусної етіології (COVID-19) ще на ранніх стадіях захворювання, проводити адекватне корегування лікування. На теперішній час доведено, що дані програмної обробки даних КТ у динаміці корелюють із патоморфологічними змінами [21].

Мета роботи — вивчити в динаміці зміни структури легень у пацієнтів з ускладненим перебігом негоспітальної вірусної пневмонії COVID-19 шляхом програмної обробки даних КТ ОГК та визначити особливості змін, за якими можливо прогнозувати її перебіг.

Матеріали та методи

Проаналізовані в динаміці дані КТ ОГК 70 пацієнтів на негоспітальну пневмонію вірусної етіології (COVID-

19), які знаходились на лікуванні в Державній установі «Національний інститут фізотерапії і пульмонології ім. Ф. Г. Яновського НАМН України» і потребували кисневої підтримки.

Діагноз COVID-19 встановлювався відповідно до діючих протоколів лікування коронавірусної хвороби «Надання медичної допомоги для лікування коронавірусної хвороби (COVID-19)», затвердженого Наказом МОЗ України від 2 квітня 2020 р. № 762 (в редакції від 11 листопада 2020 р. № 2583).

КТ ОГК проводили на сканері Aquilion TSX-101A «Toshiba» (Японія) з записом на цифрові носії з наступною програмною обробкою.

Результати та їх обговорення

Проаналізовано 70 КТ ОГК хворих на негоспітальну пневмонію вірусної етіології (COVID-19), серед яких виявлено 21 пацієнта (15 чоловіків і 6 жінок у віці від 24 до 67 років) з рентгенологічними ознаками «синдрому зникаючих легень», що складало 30 % від усіх обстежених. Жодного випадку формування масивних фіброзних післязапальних змін не виявлено, за виключенням поодиноких випадків розвитку обмежених бронхо- та бронхіолоектатичних змін.

Проведена програмна обробка даних КТ ОГК хворих в динаміці на протязі до 6–12 місяців. В середньому контрольні КТ ОГК проводили кожні 2–3 місяці. При цьому визначали особливості динаміки денситометричних показників, за якими можливо прогнозувати перебіг негоспітальної пневмонії вірусної етіології (COVID-19).

Наглядним прикладом може бути спостереження та обстеження в динаміці хворого Д. 1963 року народження.

Пацієнт поступив до інституту зі скаргами на задишку при незначному фізичному навантаженні, кашель із незначним слизово-гнійним мокротинням, порушення сну, зниження сатурації кисню до 85–90 %. Захворів гостро 25.03.2021 р., коли з'явилися загальна кволість, болі в горлі, підвищення температури тіла вище 39° С. Лікувався амбулаторно, приймав парацетамол, фервекс, новірин по 500 мг 2 рази на день. Через тиждень стан погіршився. При дообстеженні отримав позитивну ПЛР до SARS-Cov-2. При зниженні сатурації кисню нижче 92 % був госпіталізований до інфекційного відділення клінічної лікарні за місцем проживання, де знаходився протягом 3-х тижнів. Проведено КТ ОГК, де були виявлені КТ-ознаки двобічної полісегментарної вірусної пневмонії.

Проводилось стаціонарне лікування за національним протоколом «Надання медичної допомоги для лікування коронавірусної хвороби (COVID-19)», затвердженого Наказом МОЗ України від 2 квітня 2020 р. № 762 (в редакції від 11 листопада 2020 р. № 2583), яке включало — оксигенотерапію, антикоагулянтну, антибактеріальну, системну глюкокортикостероїдну та симптоматичну терапію. Загальний стан хворого дещо покращився. Після виписки із стаціонару став відмічати поступове посилення задишки, підвищення артеріального тиску (АТ), у зв'язку з чим був госпіталізований до інституту.

З анамнезу відомо, що пацієнт за 3 місяця до COVID-19 лікувався у сімейного лікаря з приводу гострого

бронхіту, у зв'язку з чим була проведено КТ ОГК, на якій патологічних змін не було виявлено. Супутньої патології хворий не мав.

Після дообстеження в інституті, пацієнту призначено терапію за національним протоколом — оксигенотерапію, антикоагулянтну (фленокс 0,4 мл підшкірно 2 рази на добу), антибактеріальну (за існуючими показаннями — меронем 1,0 г на 100 мл фіз. р-ну в/в крапельно 3 рази на добу протягом 10 діб), системну ГКС терапію (дексаметазон 8 мг в/в крапельно на 100 мл фізіологічного розчину), додатково було призначено патогенетичну інфузійну терапію протягом 10 діб: реосорбілакт 200 мл/добу, ксаврон (едаравон) 30 мг, який розчиняли на 100 мл фізіологічного розчину, тіворель (L-аргінін з L-карнітин) 100 мл/добу. Пацієнт добре переносив призначене лікування. Відмічав зменшення задишки, покращення загального стану, нормалізацію АТ.

Після виписки із стаціонару хворий продовжував приймати антикоагулянтну терапію (ксарелто 20 мг/добу) та системні глюкокортикостероїди (медрол з 12 мг), знижуючи дозу протягом 2 місяців під контролем лабораторних показників. Рекомендовано проводити контрольні КТ ОГК кожні 2–3 місяці.

Нами проаналізовано показники КТ ОГК із архівних даних (за 3 місяці до захворювання COVID-19), під час гострого періоду захворювання та в процесі подальшого моніторингу.

На рис. 1 представлено аксіальний зріз КТ хворого за 3 місяці до захворювання на коронавірусну пневмонію.

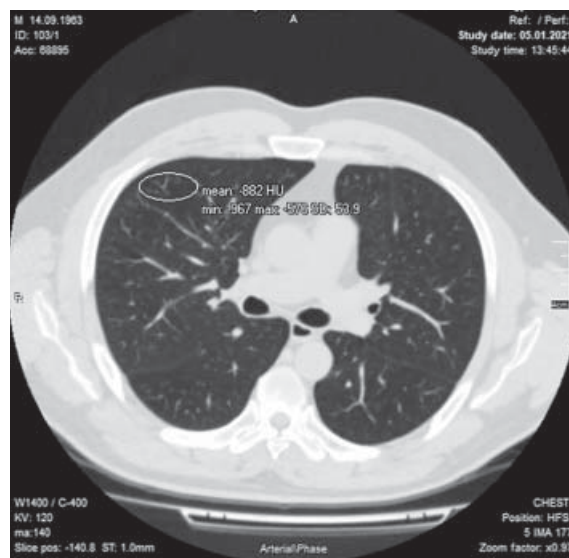


Рис. 1. Аксіальний зріз КТ хворого Д. за 3 місяці до захворювання коронавірусною пневмонією

На рисунку видно, що легеневі поля звичайної прозорості, без патологічних змін. Середнє значення щільності легеневої паренхіми — (–882) HU, мінімальне — (–967) HU, максимальне — (–576) HU.

На рис. 2 представлено аксіальний зріз КТ ОГК хворого Д. під час гострого періоду COVID-19 (13.04.2021р.)

На рисунку білатерально спостерігаються ділянки «матового скла», консолідації та тромбоваскуліту, Патологічний процес займає практично 100 % легень.

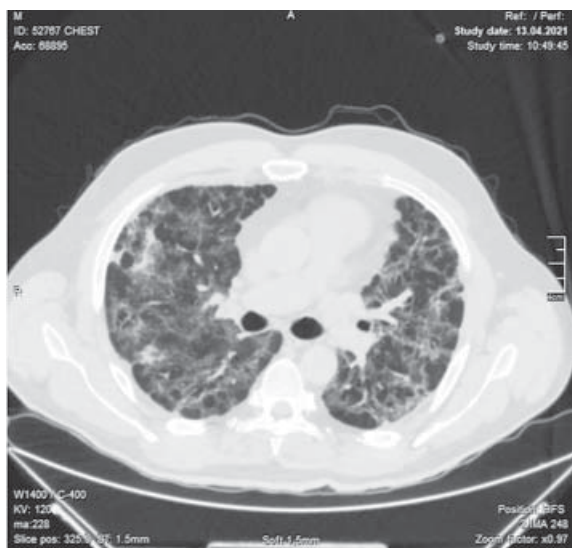


Рис. 2. Аксіальний зріз КТ хворого Д. під час захворювання коронавірусною пневмонією (13.04.2021 р.)

На рис. 3 представлено аксіальний зріз КТ ОГК того ж хворого Д. через наступні 2 місяці — 07.06.2021 р.

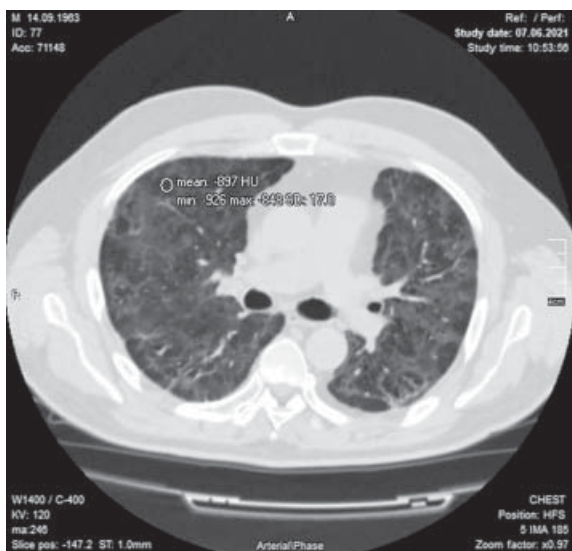


Рис. 3. Аксіальний зріз КТ того ж хворого Д. через 2 місяці (07.06.2021 р.)

З рисунку видно, що за 2 місяці відбулося значне зменшення запального процесу в легеня — повністю розсмоктались ділянки консолідації, покращилась прозорість легеневої паренхіми. На цьому фоні спостерігається подальше прогресування синдрому «зникаючих легень» що проявляється в зниженні середнього значення щільності легеневої паренхіми до — (-897) HU, мінімального до — (-926) HU, максимального до — (-848) HU, тобто зникнення структурних елементів легеневої тканини.

Наступне КТ ОГК в процесі моніторингу було зроблено ще через 3 місяці — 07.09.2021 р. (рис. 4).

З рисунку видно, що прозорість легень майже повністю відновилась, жодних фіброзних змін не виявляється,

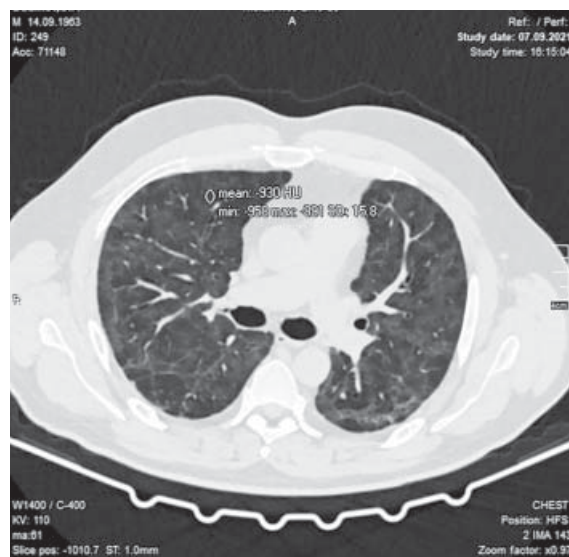


Рис. 4. Аксіальний зріз КТ того ж хворого Д. через 3 місяці (7.09.21 р.)

але спостерігається подальше прогресування синдрому «зникаючих легень» — зниження середнього значення щільності легеневої паренхіми до — (-930) HU, мінімального до — (-958) HU, максимального до — (-891) HU, тобто подальше зникнення структурних елементів легеневої тканини. Такі значення денситометричних показників вказують на практично повну відсутність структурних елементів легень на порівнюваних ділянках легень в динаміці.

При подальшому контрольному обстеженні КТ ОГК спостерігалось відновлення прозорості легень та прогресування «синдрому зникаючих легень» та погіршення самопочуття хворого — збільшення задишки при фізичному навантаженні та загальної слабкості.

Таким чином, якщо при повторному обстеженні КТ ОГК спостерігається прогресування розвитку «синдрому зникаючих легень», можливо прогнозувати подальший його розвиток та прогресування. Враховуючи відсутність ефективного методу лікування, необхідна термінова його розробка.

Висновки

1. Пацієнти з бульозно-емфізематозними ускладненнями (синдромом зникаючих легень), складають 30 % серед усіх пацієнтів на тяжку негоспітальну вірусну пневмонію (COVID-19), які потребували кисневої підтримки.

2. Враховуючи високий відсоток виявлення «синдрому зникаючих легень», обумовленого аутоімунними процесами у хворих з ускладненим перебігом негоспітальної вірусної пневмонії COVID-19, необхідна розробка методів його лікування.

3. Для діагностики ускладнень та прогнозування перебігу тяжких форм негоспітальної вірусної пневмонії COVID-19 необхідно проведення КТ ОГК в динаміці з проведенням денситометричних досліджень легеневої паренхіми.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kim J, Choe P, Oh Y, et al. The first case of 2019 novel coronavirus pneumonia imported into Korea from Wuhan, China: implication for infection prevention and control measures. *J. Korean Med. Sci.* 2020;35(5):e61.
2. Зайков СВ. Терапія пацієнтів із COVID-19: клінічні дослідження та рекомендації в різних країнах. *Infusion & Chemotherapy.* 2020;4:5–12. doi: 10.32902/2663-0338-2020-4-5-12.
3. Гаврисюк ВК. КТ-семіотика поражений легких при коронавирусной болезни (COVID-19). *Укр. пульмон. журнал.* 2020;2:13–18.
4. Гуменюк МІ, Ігнат'єва ВІ, Линник МІ, та ін. Методи візуалізації в діагностиці негоспітальної пневмонії вірусної етіології (COVID-19). *Infusion & Chemotherapy.* 2020;2:11–20. doi: 10.32902/2663-0338-2020-2-11-20.
5. Линник МІ, Ігнат'єва ВІ, Гуменюк ГЛ, та ін. Оцінка ефективності лікування хворих на негоспітальну пневмонію вірусної етіології (COVID-19) із застосуванням синдромно-патогенетичної малооб'ємної інфузійної терапії за даними комп'ютерної томографії. *Infusion & Chemotherapy.* 2021;2:31–38. Doi: 10.32902/2663-0338-2021-2-31-38.
6. Линник МІ, Ігнат'єва ВІ, Гуменюк ГЛ, та ін. Діагностика ускладненого перебігу негоспітальної пневмонії вірусної етіології (COVID-19) з використанням комп'ютерної томографії органів грудної клітки. *Infusion & Chemotherapy.* 2021;2:11–18. Doi: 10.32902/2663-0338-2021-2-11-18.
7. Huang Y, Cheng W, Zhao N. CT screening for early diagnosis of SARS-CoV-2 infection. *Lancet Infect Dis.* 2020;20(9):1010–1011.
8. Antonio GE, Wong KT, Hui DSC, et al. Thin-section CT in patients with severe acute respiratory syndrome following hospital discharge: preliminary experience. *Radiology.* 2003;228:810–815. <https://doi.org/10.1148/radiol.2283030726>.
9. Chan KS, Zheng JP, Mok YW, et al. SARS: prognosis, outcome and sequelae. *Respirology.* 2003;8(Suppl):S36–40. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1843.2003.00522.x>
10. Das K M, Lee EY, Singh R, et al. Follow-up chest radiographic findings in patients with MERS-CoV after recovery. *Indian J Radiol Imaging.* 2017;27:342–349. https://doi.org/10.4103/ijri.IJRI_469_16.
11. Hope MD, Raptis CA, Shah A, et al. six signatories. A role for CT in COVID-19? What data really tell us so far. *Lancet.* 2020;395(10231):1189–1190.
12. Revel MP, Parkar AP, Prosch H, et al. COVID-19 patients and the radiology department - advice from the European Society of Radiology (ESR) and the European Society of Thoracic Imaging (ESTI). *Eur Radiol* 2020;30(9):4903–4909.
13. K. Martini, A. R. Larici, M. P. Revel et al. On behalf of the European Society of Thoracic Imaging (ESTI), the European Society of Radiology (ESR) European Radiology. 2021. <https://doi.org/10.1007/s00330-021-08317-7>
14. Ai T, Yang Z, Hou H, et al. Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing for Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases. *Radiology* 2020;296(2):E32–E40.
15. Lerum TV, Aalokken TM, Brønstad E, et al. Dyspnoea, lung function and CT findings three months after hospital admission for COVID-19. *Eur Respir J.* 2020. <https://doi.org/10.1183/13993003.03448-2020>.
16. Van den Borst B, Peters JB, Brink M, et al. Comprehensive health assessment three months after recovery from acute COVID-19. *Clin Infect Dis.* 2020. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1750>.
17. Zhao YM, Shang YM, Song WB, et al. Follow-up study of the pulmonary function and related physiological characteristics of COVID-19 survivors three months after recovery. *EClinicalMedicine.* 2020;25:100463. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100463>.
18. Balbi M, Conti C, Imeri G, et al. Post-discharge chest CT findings and pulmonary function tests in severe COVID-19 patients. *Eur J Radiol.* 2021;38:109676. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2021.109676>.
19. Froidure A, Mahsouli A, Liistro G, et al. Integrative respiratory follow-up of severe COVID-19 reveals common functional and lung imaging sequelae. *Respir Med.* 2021;181:106383. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2021.106383>.
20. González J, Benítez ID, Carmona P, et al. Pulmonary function and radiologic features in survivors of critical COVID-19: a 3-month prospective cohort. *Chest.* 2021. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2021.02.062>.
21. Линник НИ, Лискина ИВ, Гуменюк НИ, и др. Диагностика поражений паренхиматозных органов при COVID-19 с применением цифровой программной обработки изображений компьютерной томографии. *Infusion & Chemotherapy.* 2021;4:16–24. Doi: 10.32902/2663-0338-2021-4-16-24.

REFERENCES

1. Kim J, Choe P, Oh Y, et al. The first case of 2019 novel coronavirus pneumonia imported into Korea from Wuhan, China: implication for infection prevention and control measures. *J. Korean Med. Sci.* 2020;35(5):e61.
2. Zaykov SV. Terapiya patsiyentiv iz COVID-19: klinichni doslidzhennya ta rekomendatsiyi v riznykh krayinah (Treatment of patients with COVID-19: clinical trials and guidelines in different countries). *Infusion & Chemotherapy.* 2020;4:5–12. doi: 10.32902/2663-0338-2020-4-5-12.
3. Gavriysuk VK. KT-semyotika porazheniy legkikh pri koronavirusnoy bolezni (COVID-19) (CT semiotics of lung lesions in coronavirus disease (COVID-19)). *Ukr. pulmon. zhurnal.* 2020;2:13–18.
4. Humenyuk MI, Ihnatyeva VI, Lynnyk MI, et al. Metody vizualizatsiyi v diagnostytsi negospitalnoy pnevmoniyi virusnoy etiologiyi (COVID-19) (Imaging methods in the diagnosis of community-acquired pneumonia of viral etiology (COVID-19)). *Infusion & Chemotherapy.* 2020;2:11–20. doi: 10.32902/2663-0338-2020-2-11-20.
5. Lynnyk MI, Ihnatyeva VI, Humenyuk HL, et al. Otsinka efektyvnosti likuvannya khvorykh na negospitalnu pnevmoniyu virusnoy etiologiyi (COVID-19) iz zastosuванням syndromno-patohetichnoy maloobyemnoy infuziynoy terapiyi za danymy kompyuternoy tomografiyi (Evaluation of the effectiveness of treatment of patients with community-acquired pneumonia of viral etiology (COVID-19) with the use of syndrome-pathogenetic low-volume infusion therapy according to computed tomography). *Infusion & Chemotherapy.* 2021;2:31–38. Doi: 10.32902/2663-0338-2021-2-31-38.
6. Lynnyk MI, Ihnatyeva VI, Humenyuk HL, et al. Diagnostyka uskladnenogo perebigu negospitalnoy pnevmoniyi virusnoy etiologiyi (COVID-19) z vykorystanniam kompyuternoy tomografiyi organiv grudnoy klitky (Diagnosis of complicated nosocomial pneumonia of viral etiology (COVID-19) using computed tomography of the chest). *Infusion & Chemotherapy.* 2021;2:11–18. Doi: 10.32902/2663-0338-2021-2-11-18.
7. Huang Y, Cheng W, Zhao N. CT screening for early diagnosis of SARS-CoV-2 infection. *Lancet Infect Dis.* 2020;20(9):1010–1011.
8. Antonio GE, Wong KT, Hui DSC, et al. Thin-section CT in patients with severe acute respiratory syndrome following hospital discharge: preliminary experience. *Radiology.* 2003;228:810–815. <https://doi.org/10.1148/radiol.2283030726>.
9. Chan KS, Zheng JP, Mok YW, et al. SARS: prognosis, outcome and sequelae. *Respirology.* 2003;8(Suppl):S36–40. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1843.2003.00522.x>
10. Das K M, Lee EY, Singh R, et al. Follow-up chest radiographic findings in patients with MERS-CoV after recovery. *Indian J Radiol Imaging.* 2017;27:342–349. https://doi.org/10.4103/ijri.IJRI_469_16.
11. Hope MD, Raptis CA, Shah A, et al. six signatories. A role for CT in COVID-19? What data really tell us so far. *Lancet.* 2020;395(10231):1189–1190.
12. Revel MP, Parkar AP, Prosch H, et al. COVID-19 patients and the radiology department - advice from the European Society of Radiology (ESR) and the European Society of Thoracic Imaging (ESTI). *Eur Radiol* 2020;30(9):4903–4909.
13. K. Martini, A. R. Larici, M. P. Revel et al. On behalf of the European Society of Thoracic Imaging (ESTI), the European Society of Radiology (ESR) European Radiology. 2021. <https://doi.org/10.1007/s00330-021-08317-7>
14. Ai T, Yang Z, Hou H, et al. Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing for Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases. *Radiology* 2020;296(2):E32–E40.
15. Lerum TV, Aalokken TM, Brønstad E, et al. Dyspnoea, lung function and CT findings three months after hospital admission for COVID-19. *Eur Respir J.* 2020. <https://doi.org/10.1183/13993003.03448-2020>.
16. Van den Borst B, Peters JB, Brink M, et al. Comprehensive health assessment three months after recovery from acute COVID-19. *Clin Infect Dis.* 2020. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1750>.
17. Zhao YM, Shang YM, Song WB, et al. Follow-up study of the pulmonary function and related physiological characteristics of COVID-19 survivors three months after recovery. *EClinicalMedicine.* 2020;25:100463. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100463>.
18. Balbi M, Conti C, Imeri G, et al. Post-discharge chest CT findings and pulmonary function tests in severe COVID-19 patients. *Eur J Radiol.* 2021;38:109676. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2021.109676>.
19. Froidure A, Mahsouli A, Liistro G, et al. Integrative respiratory follow-up of severe COVID-19 reveals common functional and lung imaging sequelae. *Respir Med.* 2021;181:106383. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2021.106383>.
20. González J, Benítez ID, Carmona P, et al. Pulmonary function and radiologic features in survivors of critical COVID-19: a 3-month prospective cohort. *Chest.* 2021. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2021.02.062>.
21. Linnik NI, Liskina IV, Gumenyuk NI, et al. Diagnostika porazheniy parenkhimatoznykh organov pri COVID-19 s primeneniem tsifrovoy programmoy obrabotki izobrazheniy kompyuternoy tomografiyi (Diagnosis of lesions of parenchymal organs in COVID-19 using digital software processing of computed tomography images). *Infusion & Chemotherapy.* 2021;4:16–24. Doi: 10.32902/2663-0338-2021-4-16-24.