

Методи візуалізації в діагностиці негоспітальної пневмонії вірусної етіології (COVID-19)

М.І. Гуменюк¹, В.І. Ігнатєва¹, М.І. Линник¹, Г.Л. Гуменюк², В.А. Святненко³, М.Г. Палівода¹

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

2. Національна медична академія післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика, м. Київ

3. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м. Київ

Конфлікт інтересів: відсутній

ОБҐРУНТУВАННЯ. Натепер загальна картина коронавірусної хвороби (COVID-19), збудником якої є SARS-CoV-2, складається із сотень повідомлень і статей у наукових журналах, де лікарі з усього світу діляться досвідом діагностики та лікування хворих. Ці дані постійно оновлюються. Актуальності набувають методи візуалізації в діагностиці негоспітальної пневмонії вірусної етіології (COVID-19).

МЕТА. Проаналізувати інформативність методів візуалізації в діагностиці негоспітальної пневмонії вірусної етіології (COVID-19).

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ. Було виконано пошук у таких повнотекстових і реферативних базах даних: єдиний інформаційний базовий пакет EBSCO; найбільша у світі єдина реферативна база даних і наукометрична платформа Scopus; пошукова система Google Scholar; MEDLINE with Full Text; MEDLINE Complete; Dyna Med Plus; EBSCO eBooks Clinical Collection; реферативна наукометрична база даних наукових публікацій проекту Web of Knowledge компанії Thomson Reuters – Web of Science Core Collection WoS (CC); SCIE (Science Citation Index Expanded); SSCI (Social Science Citation Index); AHCI (Artand Humanities Citation Index).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ. До сучасних методів візуалізації, котрі можуть застосовуватися в діагностиці та моніторингу негоспітальної пневмонії вірусної етіології (COVID-19), належать: рентгенографія органів грудної клітки (ОГК), комп'ютерна томографія (КТ) ОГК та ультразвукове дослідження (УЗД).

Проведений аналіз дав змогу визначити типові критерії діагностики запальних змін ОГК вірусної етіології (COVID-19) за даними КТ та виділити рентгенологічні критерії тяжкості захворювання. У стаціонарних умовах рентгенографія ОГК та УЗД рекомендуються до використання в пацієнтів у критичному стані, котрі перебувають у відділеннях інтенсивної терапії та реанімації, за неможливості транспортування хворих.

ВИСНОВКИ. КТ є об'єктивним і найінформативнішим методом дослідження в діагностиці вірусної пневмонії COVID-19.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: COVID-19, SARS-CoV-2, діагностика, методи візуалізації, негоспітальна пневмонія.

Methods of visualization in the diagnosis of COVID-19 community-acquired pneumonia

M.I. Gumeniuk¹, V.I. Ignatieva¹, M.I. Lynnyk¹, G.L. Gumeniuk², V.A. Svyatnenko³, M.G. Palivoda¹

1. National Institute of Phthisiology and Pulmonology named after F.G. Yanovsky NAMS of Ukraine, Kyiv

2. National Medical Academy of Postgraduate Education named after P.L. Shupyk, Kyiv

3. National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv

Conflict of interest: none

BACKGROUND. At present, the overall picture of coronavirus disease (COVID-19), the causative agent of which is SARS-CoV-2, consists of hundreds of reports and articles in scientific journals, where doctors from around the world share their experience in diagnosing and treating patients.

OBJECTIVE. To analyze the informativeness of imaging methods in the diagnosis of community-acquired pneumonia of viral etiology (COVID-19).

MATERIALS AND METHODS. We used test access to such full-text and abstract databases: a single package of the information database EBSCO; the largest abstract and citation database of peer-reviewed literature Scopus; Google Scholar; MEDLINE with Full Text; MEDLINE Complete; Dyna Med Plus; EBSCO eBooks Clinical Collection; Web of Science Core Collection WoS (CC); SCIE (Science Citation Index Expanded); SSCI (Social Science Citation Index); AHCI (Artand Humanities Citation Index).

RESULTS AND DISCUSSION. Modern imaging methods that can be used in the diagnosis and monitoring of viral etiology (COVID-19) community-acquired pneumonia include: chest radiography (CR), computed tomography (CT) of chest and ultrasound (US).

The analysis allowed to determine the typical criteria for the diagnosis of inflammatory changes of chest of viral etiology (COVID-19) according to CT and to identify radiological criteria for the severity of the disease. In-patient CR and US are recommended for use in critically ill patients who are in intensive care units, when it is impossible to transport patients.

CONCLUSIONS. CT is an objective and most informative research method in the diagnosis of COVID-19 pneumonia.

KEY WORDS: COVID-19, SARS-CoV-2, diagnosis, imaging methods, community-acquired pneumonia.

Методы визуализации в диагностике негоспитальной пневмонии вирусной этиологии (COVID-19)

Н.И. Гуменюк¹, В.И. Игнатъева¹, Н.И. Линник¹, Г.Л. Гуменюк², В.А. Святненко³, Н.Г. Паливода¹

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

2. Национальная медицинская академия последипломного образования им. П.Л. Шупика, г. Киев

3. Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского», г. Киев

Конфликт интересов: отсутствует

ОБОСНОВАНИЕ. В настоящее время общая картина коронавирусной болезни (COVID-19), возбудителем которой является SARS-CoV-2, состоит из сотен сообщений и статей в научных журналах, где врачи со всего мира делятся опытом диагностики и лечения больных. Эти данные постоянно обновляются. Актуальность приобретают методы визуализации в диагностике внебольничной пневмонии вирусной этиологии (COVID-19).

ЦЕЛЬ. Проанализировать информативность методов визуализации в диагностике внебольничной пневмонии вирусной этиологии (COVID-19).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Был осуществлен поиск в таких полнотекстовых и реферативных базах данных: единый информационный базовый пакет EBSCO; крупнейшая в мире единая реферативная база данных и наукометрическая платформа Scopus; поисковая система Google Scholar; MEDLINE with Full Text; MEDLINE Complete; Dyna Med Plus; EBSCO eBooks Clinical Collection; реферативная наукометрическая база данных научных публикаций проекта Web of Knowledge компании Thomson Reuters – Web of Science Core Collection WoS (CC); SCIE (Science Citation Index Expanded); SSCI (Social Science Citation Index); AHCI (Artand Humanities Citation Index).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ. К современным методам визуализации, которые могут применяться в диагностике и мониторинге внебольничной пневмонии вирусной этиологии (COVID-19), относятся: рентгенография органов грудной клетки (ОГК), компьютерная томография (КТ) ОГК и ультразвуковое исследование (УЗИ). Проведенный анализ позволил определить типичные критерии диагностики воспалительных изменений ОГК вирусной этиологии (COVID-19) по данным КТ и выделить рентгенологические критерии тяжести заболевания. В стационарных условиях рентгенография ОГК и УЗИ рекомендуются к использованию у пациентов в критическом состоянии, которые находятся в отделениях интенсивной терапии и реанимации, при невозможности транспортировки больных.

ВЫВОДЫ. КТ является объективным и наиболее информативным методом исследования в диагностике вирусной пневмонии COVID-19.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: COVID-19, SARS-CoV-2, диагностика, методы визуализации, негоспитальная пневмония.

Вступ. Уже другий місяць Україна перебуває в режимі карантину через пандемію інфекційного захворювання COVID-19 (коронавірусна хвороба). У цей час зусилля науковців і лікарів як України, так й інших країн спрямовані на пошуки інформативних методів діагностики й ефективного лікування цього захворювання [1, 6, 10].

Коронавіруси (CoV) – велика родина вірусів, які спричиняють низку патологічних станів від легкої форми респіраторної інфекції до тяжкого гострого респіраторного синдрому (ТГРС) [16, 17, 27-29, 32]. Людство неодноразово інфікувалося вірусами з цієї родини [2, 12]. Наразі відомо про сезонну циркуляцію в популяції чотирьох коронавірусів (HCoV-229E, -OC43, -NL63 та -HKU1), які зумовлюють

ураження дихальних шляхів легкого та середнього ступенів тяжкості [2].

Найтяжчі захворювання були пов'язані зі спалахами ТГРС (Severe Acute Respiratory Syndrome, SARS) у 2002-2003 рр. [15, 39, 41-46] і близькосхідного дихального синдрому (Middle East Respiratory Syndrome, MERS) у 2012 р. [2, 3, 13, 36-38]. Клінічною особливістю SARS була швидкість, з якою розвивалися симптоми гострого респіраторного дистрес-синдрому (ГРДС) [1, 2, 35, 44]. Це ускладнення траплялося приблизно в 16 % випадків, смертність таких хворих сягала 50 % [34]. При MERS спостерігався високий рівень летальності – до 34,5 % [23], але дотепер застосовується лише симптоматична терапія цього

ОГЛЯДОВА СТАТТЯ

захворювання. Ефективної та безпечної етіотропної терапії коронавірусної інфекції не існує [1, 24, 45].

Спорадичне виникнення нових типів CoV і зумовлених ними спалахів нагадують, що віруси цього сімейства становлять серйозну глобальну загрозу для здоров'я населення планети. Дуже ймовірно, що у зв'язку зі змінами клімату, екології, збільшенням взаємодії людини з тваринами нові спалахи цієї інфекції неминучі [47, 48].

Порівняння геномної послідовності різних CoV демонструє 58 % ідентичність на ділянці, що кодує нсп, 43 % ідентичність на ділянці кодування структурних білків і 54 % – на рівні всього геному. Це свідчить про те, що нсп є консервативнішими, а структурні білки – різноманітнішими, бо мають адаптуватися до нових хазяїв. Оскільки частота мутацій під час реплікації РНК-умісних вірусів значно вища, ніж ДНК-умісних, довжина геному РНК-умісних вірусів зазвичай становить ≤ 10 т. п. н. Однак довжина геному CoV набагато більша, приблизно 30 т. п. н., порівняно з найвідомішими РНК-умісними вірусами. Підтримання такої довжини геному CoV може забезпечуватися завдяки особливим властивостям реплікаційно-транскрипційного комплексу (RTC), який містить ферменти, що забезпечують процесинг РНК, зокрема 3'-5'-екзорибонуклеазу нсп14 [39, 47].

Збудником COVID-19 виявився новий штам, який раніше не був ідентифікований у людини [14, 25, 26], а тому колективного імунітету до цієї хвороби немає. Це небезпечне інфекційне захворювання спричиняє SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2) – оболонковий одноланцюговий із позитивною полярністю (+)РНК-вірус [10-12], який належить до роду Betacoronavirus [3, 34]. COVID-19 було вперше зареєстровано наприкінці 2019 р. в китайському місті Ухань [11].

Екзорибонуклеаза 3'-5' є унікальною для CoV і не виявляється в інших РНК-умісних вірусах. Вона, ймовірно, забезпечує корекційну функцію RTC. Аналіз послідовності показує, що SARS-CoV-2 має типову структуру геному й належить до кластеру бетакоронавірусів, до якого відносять CoV кажанів (Bat-SL ZC45, Bat-SL ZXC21), а також SARS-CoV і MERS-CoV. Зважаючи на філогенетичне дерево CoV, SARS-CoV-2 тісніше пов'язаний із Bat-SL-CoV ZC45 і Bat-SL-CoV ZXC21 і більш віддалено – із SARS-CoV [47].

Наприкінці січня 2020 р. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВОЗ) констатувала епідемію, а в березні, коли поширення захворювання набуло світового масштабу, охарактеризувала його як пандемію [10]. Станом на 2 квітня 2020 р. захворювання торкнулося 198 країн. Найбільша кількість нових випадків припадала на США, Іспанію, Італію, Німеччину та Францію. Загалом кількість хворих у світі перевищила 1,2 млн а число смертей – 70 тис. Одужали 220 тис. осіб. Але, звісно, ці дані не є остаточними.

Ученим досі дуже мало відомо про вірус SARS-CoV-2 та його вплив на організм людини. Натепер немає багатоцентрових досліджень із доказовою базою щодо діагностики й лікування цього захворювання. Загальна картина інфекції складається із сотень повідомлень і статей у наукових журналах, де лікарі з усього світу діляться досвідом стосовно COVID-19.

Вірусна пневмонія з тяжким перебігом, яка виникає при COVID-19, є одним із найбільш небезпечних, загрозливих для життя ускладнень. Тому **метою роботи**

було проаналізувати інформативність методів візуалізації в діагностиці негоспітальної пневмонії вірусної етіології (COVID-19).

Матеріали та методи

Було виконано пошук у таких повнотекстових і реферативних базах даних: єдиний інформаційний базовий пакет EBSCO; найбільша у світі єдина реферативна база даних і наукометрична платформа Scopus; пошукова система Google Scholar; MEDLINE with Full Text; MEDLINE Complete; Dyna Med Plus; EBSCO eBooks Clinical Collection; реферативна наукометрична база даних наукових публікацій проекту Web of Knowledge компанії Thomson Reuters – Web of Science Core Collection WoS (CC); SCIE (Science Citation Index Expanded); SSCI (Social Science Citation Index); AHCI (Artand Humanities Citation Index).

Результати та їх обговорення

Учені виявили, що захворювання може мати як безсимптомний [8] або легкий перебіг (у формі гострої респіраторної вірусної інфекції), так і тяжкий [19, 30]. Більшість людей одужують, не потребуючи при цьому специфічних лікувальних заходів. Ускладнення тяжких випадків можуть включати пневмонію чи дихальну недостатність із ризиком смерті.

Відповідно до аналізу, проведеного фахівцями Університету Сунь Ятсена (Чжуншань, КНР), оптимальними умовами для передачі коронавірусу є температура повітря 5-8 °С та вологість 35-50 %. Аналізували піки захворюваності в період із 20 січня по 4 лютого 2020 р. в Китаї та ще у 26 країнах, загалом висновки було зроблено на основі 24 139 підтверджених випадків захворювання, з яких 68,01 % пацієнтів були вихідцями з провінції Хубей. При цьому було враховано інкубаційний період, а також карантинні заходи, котрі поступово запроваджувалися в різних містах. Дослідження показало, що активність COVID-19 за умови перевищення температури 8,72 °С йшла на спад. При 30 °С інфекційна швидкість ставала нульовою.

У ході досліджень учені Університету Гонконгу виявили, що коронавірус залишається високостабільним протягом тривалого часу при температурі близько 4 °С і за відсутності дезінфекції його активність починає знижуватися тільки через 14 діб. При цьому вірус не переносить високі температури та при 70 °С дезактивується протягом 5 хвилин.

На папері вірус не виявляється вже через 3 години, на одязі й обробленому дереві тримається до 2 діб, на склі – до 4 діб, а на пластику – до 7. На зовнішній поверхні медичних масок зберігається до 7 діб, що вказує на необхідність їх ретельної дезінфекції.

За результатами досліджень кількох наукових центрів США, вірус може залишатися життєздатним у повітрі протягом 3 годин, на мідній поверхні – до 4 годин, на картоні – 24 години, на пластику й нержавійній сталі – до 2-3 діб. Вірус знищується дезінфектантами, такими як перекис водню та препаратами, що містять хлор, зокрема діоксид хлору.

У клінічному перебігу коронавірусної інфекції, котра супроводжується ТГРС, виділяють три фази [2]. Фаза I (продромальний період) характеризується гарячкою, міалгіями, слабкістю, головним болем, триває 3-7 діб. Респіраторні симптоми на початку захворювання виражені помірно.

Як правило, на 2-7-й день з'являється непродуктивний кашель. Особливістю ТГРС є відсутність чхання та риніту в більшості хворих.

Фаза II (через 3-7 днів після початку хвороби) здебільшого характеризується наростанням респіраторної симптоматики: посилюється кашель, з'являється задишка, наростає гіпоксемія. Новий пік підвищення температури спостерігається у 85 % хворих у середньому через 8-9 днів після перших клінічних проявів захворювання, прогресування рентгенологічних ознак – у 80 % хворих у середньому на 7-8-й день. На 10-15-ту добу після появи перших симптомів захворювання спостерігаються сероконверсія та зменшення вірусного навантаження в крові.

Приблизно у 20 % осіб захворювання переходить у III фазу з розвитком ГРДС і необхідністю штучної вентиляції легень. У деяких хворих можуть проявлятися виражена лімфопенія, нозокоміальний сепсис і поліорганна недостатність. Факторами ризику розвитку ГРДС можуть бути похилий вік (понад 60 років), хронічний гепатит В (особливо в осіб, які лікувалися ламівудином; $p=0,001$). Впливом останнього фактора більшість дослідників пояснюють високу летальність від ТГРС у період епідемії SARS і MERS у 2002-2003 та 2012 рр. серед хворих на півдні Китаю, де широко розповсюджений хронічний гепатит В [2].

Нижче наведено показники частоти різних симптомів COVID-19 на прикладі аналізу клінічного перебігу цієї інфекції в 99 пацієнтів в одній із клінік Китаю (Chen N., Zhou M., Dong X. et al. Lancet. 2020):

- лихоманка (83 %), кашель (82 %), задишка (32 %), біль у м'язах (11 %), сплутаність свідомості (9 %), головний біль (8 %), біль у горлі (5 %), ринорея (4 %), біль у грудях (2 %), діарея (2 %), нудота та блювання (1 %);

- двобічна пневмонія (75 %), множинні прояви за типом симптому «матового скла» (14 %), пневмоторакс (1 %);

- ГРДС (17 %), серед них 11 пацієнтів (11 %) за короткий проміжок часу померли від поліорганної недостатності.

За іншими даними (Wei-jie G. et al. medRxiv Preprint. doi: <https://doi.org/10.1101/2020.02.06.20020974>), під час аналізу історій хвороб понад 1000 пацієнтів діарея спостерігалася в разі легкого перебігу хвороби в 3,3 % випадків, тяжкого – в 5,5 %.

На підставі аналізу 72 314 випадків COVID-19 у Китаї (підтверджених, підозрюваних і безсимптомних), за даними китайського CCDC (Chinese Journal of Epidemiology, 2020), 80,9 % випадків інфекцій були легкими (з грипоподібними симптомами), пацієнти могли одужати в домашніх умовах; 13,8 % – тяжкими (пневмонія та задишка); 4,7 % – критичними (дихальна й поліорганна недостатність, септичний шок); приблизно у 2 % пацієнтів захворювання мало летальний наслідок.

Факторами ризику тяжкого перебігу хвороби та летальності є похилий вік, серцево-судинні захворювання, діабет, хронічні захворювання органів дихання, гіпертензія. Серед дітей захворювання спостерігається рідше.

За даними японських учених, у осіб, які перехворіли на COVID-19 без симптомів, також виявлено ураження легень. Так, у 76 зі 104 осіб, які інфікувалися коронавірусом на круїзному лайнері Diamond Princess, хвороба мала безсимптомний перебіг. Однак у 41 з таких пацієнтів у легенях було виявлено зміни, що мають назву «ефект матового

скла». Усього на судні перебували 3,7 тисячі пасажирів. COVID-19 було виявлено в 705 осіб. Поширювачем інфекції став 80-річний житель Китаю.

Деякі автори зазначають, що не в усіх пацієнтів, які одужали, виробляються антитіла до SARS-CoV-2. У людей старшого віку антитіла формуються в більшій кількості. Учені з Фуданьського університету (КНР) виявили, що в деяких осіб, які перехворіли на COVID-19, не виробляються антитіла до вірусу (повідомлення Naked Science).

У ході дослідження вчені проаналізували зразки крові 175 пацієнтів, які були виписані з Шанхайського громадського медичного центру після лікування від COVID-19. У третини з них у крові виявлено несподівано низький рівень антитіл до вірусу. У 10 пацієнтів антитіл не було зовсім, при цьому надвисокий титр імуноглобулінів спостерігався лише у 2 обстежених. Виявилося також, що рівень антитіл до SARS-CoV-2 збільшується з віком. В осіб, які одужали, віком 60-85 років антитіл у крові було втричі більше, ніж у пацієнтів віком 15-39 років. Близько 30 % пацієнтів не змогли розвинути високі титри нейтралізуючих антитіл після COVID-19. Проте тривалість і тяжкість захворювання в них не відрізнялися від загальної групи хворих.

Після оголошення пандемії COVID-19 ВООЗ поставила основні стратегічні завдання, що потребують вирішення найближчим часом:

- активно виявляти випадки серед близьких контактів і медичних працівників, запобігати подальшому міжнародному поширенню вірусу;

- виявляти й ізолювати пацієнтів якомога раніше, включаючи надання оптимізованої допомоги;

- виявляти невідомі раніше факти щодо клінічного перебігу, механізмів і факторів передачі збудника інфекції, розробляти методи лікування та прискорити розвиток діагностики, терапії та вакцин;

- обмежити передачу вірусу від людини до людини;

- прискорити дослідження з вивчення нового коронавірусу.

Для діагностики COVID-19 застосовують комплексне обстеження. При цьому обов'язково враховують анамнез (у тому числі епідеміологічний) і типову клінічну картину: синдром дихальної недостатності, гіпоксемія (сатурація кисню <90 %), гемодинамічні порушення, синдром поліорганної недостатності, гематологічні порушення, результати полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР).

Отже, діагностика COVID-19 включає комплексну оцінку епідеміологічних даних, клінічних симптомів, результатів лабораторних і рентгенологічних методів дослідження. Специфічним методом діагностики є ПЛР зі зворотною транскрипцією (ЗТ-ПЛР). Навіть коли рентгенологічне дослідження (комп'ютерна томографія (КТ) або рентгенографія) органів грудної клітки (ОГК) мають ознаки вірусної пневмонії, потрібна верифікація COVID-19 шляхом проведення лабораторних тестів ЗТ-ПЛР, а також відповідність клінічним і лабораторним показникам.

До сучасних методів візуалізації, що можуть застосовуватися в діагностиці та моніторингу пневмонії вірусної етіології при COVID-19, належать: рентгенографія ОГК, КТ ОГК, ультразвукове дослідження (УЗД).

Офіційне оголошення ВООЗ пандемії вплинуло на те, як медичні заклади застосовують методи візуалізації в усьому світі, щоби гарантувати безпеку пацієнтів і практикуючих лікарів

ОГЛЯДОВА СТАТТЯ

і мінімізувати ризики, пов'язані з передачею інфекції. У зв'язку з цим було розроблено документ про позицію WFUMB: «Як виконати безпечне УЗД та знезаражувати обладнання в контексті COVID-19» [40]. Існує також декілька національних і міжнародних рекомендацій щодо загальних профілактичних заходів із метою запобігання інфекції під час виконання рентгенологічних методів дослідження й УЗД (АСЕР, 2009; ASUM, 2014-2020; AIUM, 2018; SCOR/BMUS, 2019).

Рентгенографія ОГК застосовується в амбулаторних і стаціонарних умовах як частина програми обстеження при підозрі на коронавірусну інфекцію. Обстеження виконується в передній прямій і боковій проекціях. До основних рентгенологічних проявів вірусної пневмонії, в тому числі COVID-19, належать [5, 22]: численні ущільнення за типом «матового скла» округлої форми та різноманітних розмірів, які мають мультилобарне периферичне чи базальне розташування; зливні інфільтративні ураження; ущільнення легеневої тканини. Ураження мають двобічний характер (рис. 1). Обсяг залучення сегментів легень у патологічний процес корелює з тяжкістю перебігу захворювання [22].

Нетиповими для COVID-19 є такі рентгенологічні ознаки: однобічні ущільнення легеневої тканини за типом «матового скла» центральної та прикореневої локалізації, плевральний випіт, інфільтрація, лімфаденопатія. За наявності рентгенологічних ознак, які можуть свідчити на користь COVID-19, пацієнту показано обстеження методом КТ ОГК [4].

УЗД легень може проводитися біля ліжка хворого, переважно в умовах відділення інтенсивної терапії та реанімації [7-9]. Зміни в легенях у разі COVID-19 мають специфічні прояви при УЗД, які можуть бути використані для визначення тактики ведення хворих [31, 33]. На початковій стадії

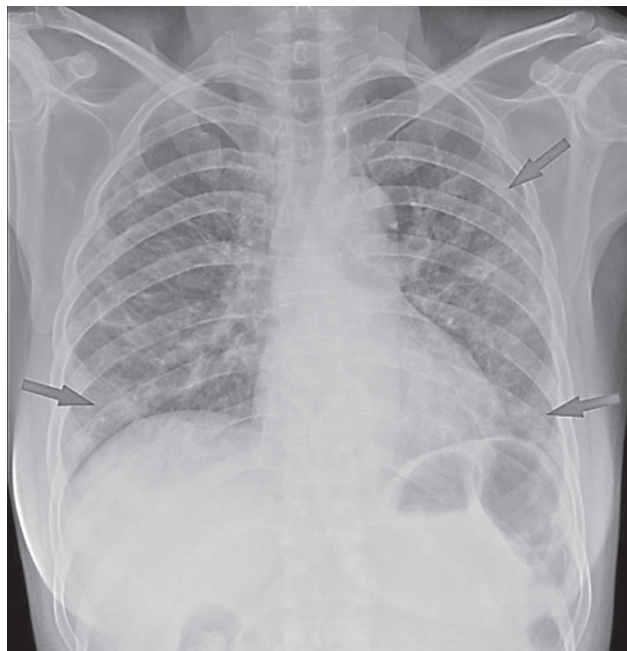


Рис. 1. Рентгенографія в передній прямій проекції хворої на COVID-19. Двобічне розташування запальних змін (численні ущільнення за типом «матового скла» округлої форми та різноманітних розмірів, які мають периферичне чи базальне розташування)

запалення характерним є утворення В-ліній – вертикальних гіперехогенних ліній (артефактів), які розташовуються від плеври донизу. Лінії рухаються разом із диханням і не зливаються між собою. При COVID-19 середньої тяжкості число В-ліній збільшується, переважно в базальних відділах легень [5]. У разі прогресування процесу відбувається збільшення їх числа. Лінії починають зливатися. За позитивної динаміки число ліній зменшується. При тяжкому перебігу відбувається консолидація легень (зниження повітряності легеневої тканини), що краще візуалізується в задньобічних відділах [33].

Отже, в стаціонарних умовах рентгенографія й УЗД рекомендуються до використання в пацієнтів у критичному стані, котрі перебувають у відділеннях інтенсивної терапії та реанімації, за неможливості їх транспортування [20, 21]. У таких випадках виконують рентгенографію ОГК пересувним рентгенівським апаратом, а УЗД застосовують як додатковий метод для моніторингу патологічних змін у субплевральних відділах легень і за наявності рідини в плевральних порожнинах.

КТ є найінформативнішим зі всіх методів візуалізації запалення в легенях. Цей метод характеризується високою чутливістю та специфічністю при діагностиці COVID-19 [4, 22].

Зважаючи на те що при COVID-19 лабораторні діагностичні тести не завжди позитивні, а найчастішими й найтяжчими ускладненням є вірусна пневмонія та ГРДС, актуальності набуває проведення КТ ОГК та визначення рентгенологічних критеріїв запальних змін при COVID-19, що дає змогу виділити хворих із підозрою на це захворювання [5, 22].

Такими типовими КТ-критеріями, за даними багатьох авторів, є:

- двобічне розташування запальних змін (пульмоніт), переважно нижньочасткове, периферичне та периваскулярне (рис. 2, 3);

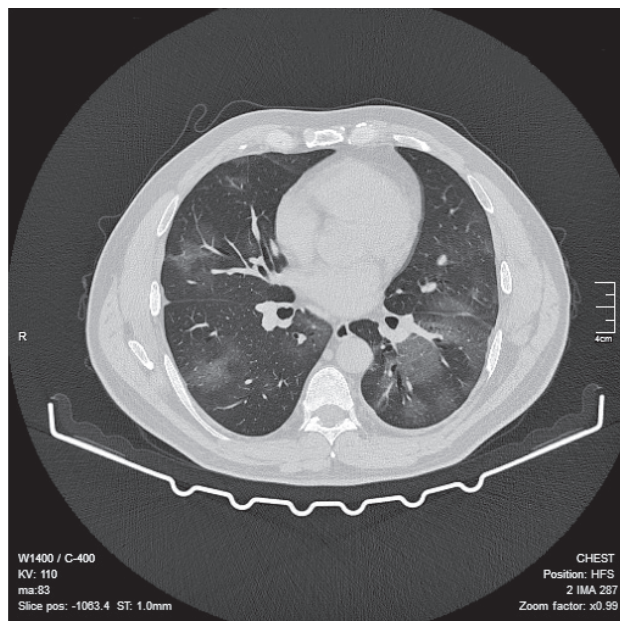


Рис. 2. Двобічне розташування запальних змін (пульмоніт), переважно нижньочасткове, периферичне та периваскулярне

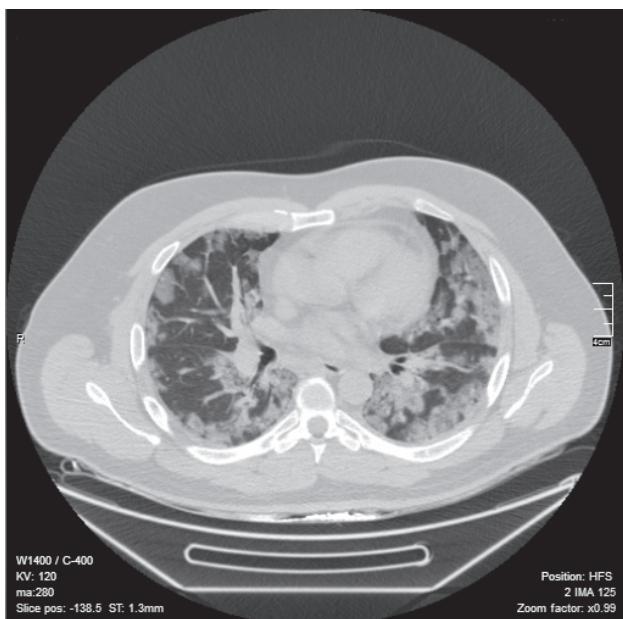


Рис. 3. Двобічне розташування запальних змін: периваскулярна інфільтрація та консолідація

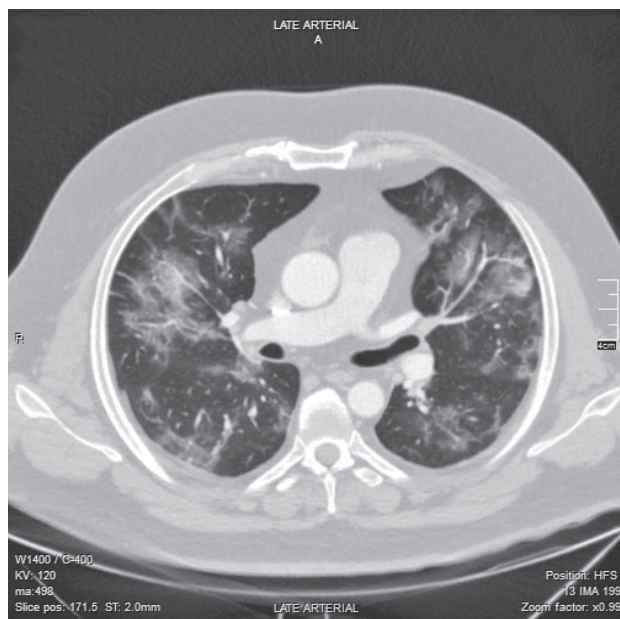


Рис. 5. Ретикулярні зміни за типом «бруківки» (crazy-paving), які представлені ділянками консолідації та перилобулярного ущільнення



Рис. 4. Численні ущільнення за типом пневмоніту «матового скла» різної форми та розміру

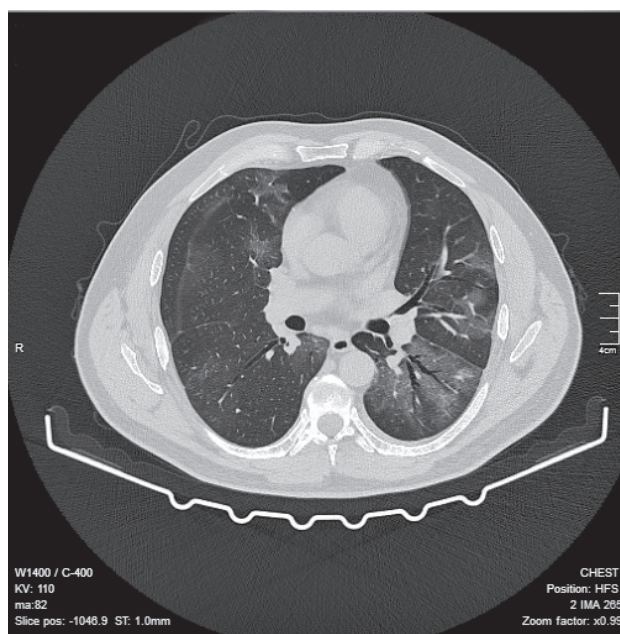


Рис. 6. Повітряна бронхограма (в нижній частці зліва визначаються просвіти бронхів на тлі «матового скла»)

- численні ущільнення за типом пневмоніту «матового скла» різної форми та розміру (рис. 4);
- ретикулярні зміни – симптом «бруківки» (crazy-paving), ділянки консолідації, перилобулярні ущільнення (рис. 5);
- повітряна бронхограма (рис. 6);
- за щільністю патологічні зміни є «м'якими», що не перевищує -600 HU (рис. 7). За умови приєднання бактеріальної інфекції щільність інфільтратів збільшується.

Демонстрація типових КТ-критеріїв (рис. 2-7) вірусної пневмонії (COVID-19) представлена із рентгенологічного архіву інфекційних відділень клінічних лікарень м. Києва.

Стадіям розвитку вірусної пневмонії (COVID-19) відповідають такі КТ-ознаки [4, 5, 22]:

- рання стадія (0-4-та доба) – симптом «матового скла», локальні ретикулярні зміни на тлі «матового скла», що дістало назву «бруківки» (crazy-paving);
- стадія прогресування (5-8-та доба) – збільшення розповсюженості вищенаведених симптомів, поява вогнищ консолідації;
- розпал (10-13-та доба) – консолідація, перилобулярні ущільнення;

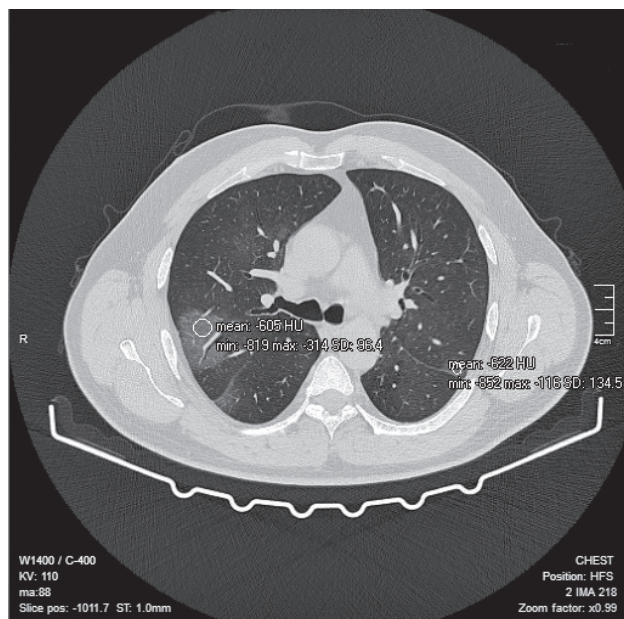


Рис. 7. Щільність «матового скла» становить близько -600 HU

- розсмоктування (понад 14 днів) – часткове чи повне розсмоктування.

Тяжкість пневмонії при COVID-19 встановлюють шляхом оцінки симптомів, аналізу загальноклінічних, лабораторних і рентгенологічних даних. За даними російських учених [5], тяжкості клінічного перебігу вірусної пневмонії (COVID-19) відповідають такі КТ-критерії:

- легкий перебіг – не більш як три вогнища ущільнення за типом «матового скла» діаметром щонайбільше 3 см;
- середній/тяжкий перебіг – понад три вогнища ущільнення за типом «матового скла» діаметром щонайбільше 3 см або ущільнення легеневої тканини за типом «матового скла» в поєднанні з вогнищами консолідації;

- тяжкий перебіг – дифузне ущільнення легеневої тканини за типом «матового скла» та консолідації в поєднанні з ретикулярними змінами.

Доведено, що тяжкість ураження легень за даними КТ корелює з тяжкістю захворювання. Цей метод полягає в підрахунку відсотків залучення в патологічний процес кожної з п'яти часток легень: <5, 5-25, 26-49, 50-75, >75 %. Загальний бал за КТ є сумою індивідуальних показників частки легень та може становити від 0 до 25, коли всі 5 часток залучені більш ніж на 75 %. Відсоток ураження легень може бути розрахований шляхом множення загального бала на 4.

За даними багатьох авторів, КТ ОГК рекомендовано виконувати в амбулаторних умовах у пацієнтів із підозрою на COVID-19 і в стаціонарних умовах для діагностики, диференційної діагностики й оцінки динаміки патологічних змін у легенях (у тому числі для контролю ефективності лікування, оцінки готовності пацієнта до виписки).

У стаціонарних умовах у пацієнтів із підозрою на COVID-19 або верифікованим діагнозом КТ рекомендовано проводити: в день госпіталізації (як початкове обстеження); повторно через 2-3 доби при досягненні необхідного терапевтичного ефекту; через 5-7 днів для оцінки динаміки патологічного процесу [4, 5].

Отже, проведений аналіз сучасних методів візуалізації показав, що КТ є об'єктивним і найінформативнішим методом дослідження в діагностиці вірусної пневмонії при COVID-19.

Висновки

- Проведений аналіз літературних джерел дав змогу виділити основні методи візуалізації в діагностиці негоспітальної пневмонії вірусної етіології (COVID-19) і рекомендації до їх застосування.

- Визначено типові критерії діагностики запальних змін ОГК вірусної етіології (COVID-19) за даними КТ.

- КТ є об'єктивним і найінформативнішим методом дослідження в діагностиці вірусної пневмонії COVID-19.

Література

1. Гуменюк М.І., Гуменюк Г.Л., Опімах С.Г. Ефективність декаметоксину проти складних вірусів, незалежно від їх антигенної будови: перспективи використання при сучасних вірусних захворюваннях дихальних шляхів. *Актуальна інфектологія*. 2020; 8 (1): 36-44. doi: 10.22141/2312-413x.8.1.2020.196168.
2. Дзюблик І.В., Кукало О.В. Нові коронавіруси людини та захворювання органів дихання. *Укр. пульмонол. журн.* 2015; 4: 53-59.
3. Дзюблик І.В., Обертинська О.В. Коронавіруси людини та захворювання органів дихання. *Здоров'я суспільства*. 2015; 1-2: 39-47.
4. Маджидов Т.И., Куракин Г.Ф. Компьютерные технологии против коронавируса: первые результаты. *Природа*. 2020; 3: 3-15. doi: 10.7868/S0032874X20030011.
5. Морозов С.П., Проценко Д.Н., Сметанина С.В., Андрейченко А.Е. и др. Лучевая диагностика коронавирусной болезни (COVID-19): организация, методология, интерпретация результатов. – М., 2020. – 60 с.
6. Новая коронавирусная инфекция (COVID-19): этиология, эпидемиология, клиника, диагностика, лечение и профилактика: учебно-методическое пособие № 21. – М., 2020. – 71 с.
7. Aakjær Andersen C., Holden S., Vela J. et al. Point-of-care ultrasound in general practice: a systematic review. *Ann. Fam. Med.* 2019; 12: 61-69.
8. Bai Y., Yao L., Wei T. et al. Presumed asymptomatic carrier transmission of COVID-19. *JAMA*. 2020; 10.1001/jama.2020.2565: e202565.
9. Boelig R., Saccone G., Bellussi F., Berghella V. MFM Guidance for COVID-19. *Am. J. Obstet. Gynecol. MFM*. 2020; <https://doi.org/10.1016/j.ajogmf.2020.100106>.
10. Callaway E., Cyranoski D. Why snakes probably aren't spreading the new China virus: one genetic analysis suggests reptilian reservoir – but researchers doubt that the coronavirus could have originated in animals other than birds or mammals. *Nature*. 2020 Jan. doi: 10.1038/d41586-020-00180-8.
11. Chan K.W., Wong V.T., Tang S.C.W. COVID-19: an update on the epidemiological, clinical, preventive and therapeutic evidence and guidelines of integrative Chinese-western medicine for the management of 2019 novel coronavirus disease. *Am. J. Chin. Med.* 2020: 1-26.
12. WHO. Coronaviruses (CoV). Available at: <https://www.who.int/health-topics/coronavirus>.
13. Corman V.M., Eckerle I., Bleicker T. et al. Detection of a novel human coronavirus by real-time reverse-transcription polymerase chain reaction. *Euro Surveill.* 2012; 17: 202-285.
14. Dawson P., Malik M.R., Parvez F., Morse S.S. What have we learned about middle east respiratory syndrome coronavirus emergence in humans? A systematic literature review. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*. 2019; 19 (3): 174-192. doi: 10.1089/vbz.2017.2191.
15. Drosten C., Ginther S., Preiser W. et al. Identification of a novel coronavirus in patients with severe acute respiratory syndrome. *N. Engl. J. Med.* 2003; 348: 967-976.
16. Fouchier R.A., Hartwig N.G., Bestebroer T.M. et al. A previously undescribed coronavirus associated with respiratory disease in humans. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. 2004; 101: 6212-6216.
17. Handbook of COVID-19 prevention and treatment. Ed. by T. Liang. Zhejiang University School of Medicine, 2020. 68 p.
18. Holshue M.L., DeBolt C., Lindquist S. et al. First case of 2019 novel coronavirus in the United States. *N. Engl. J. Med.* 2020; 382: 929-36.
19. Ji W., Wang W., Zhao X. et al. Homologous recombination within the spike glycoprotein of the newly identified coronavirus may boost cross species transmission from snake to human. *Journal of Medical Virology*. Hoboken, New Jersey: Wiley-Blackwellruen, 2020 Jan: 1-29. ISSN: 1096-9071. doi: 10.1002/jmv.25682. PMID31967321.
20. Gorbalenya A., Baker S., Baric R. et al. Coronaviridae Study Group of the International Committee on Taxonomy of Viruses: the species severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. *Nature Microbiology*. 2020. 10.1038/s41564-020-0695-z. Advance online publication. <https://doi.org/10.1038/s41564-020-0695-z>.
21. Kampf G., Todt D., Pfaender S., Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *J. Hosp. Infect.* 2020; 104: 246-51.
22. Kaw G.J., Tan D.Y., Leo Y.S. Chest radiographic findings of a case of severe acute respiratory syndrome (SARS) in Singapore. *Singapore Med. J.* 2003; 44: 201-204.
23. Momattin H., Al-Ali A.Y., Al-Tawfiq J.A. A systematic review of therapeutic agents for the treatment of the Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus (MERS-CoV). *Travel Medicine and Infectious Disease*. 2019; 30: 9-18. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2019.06.012>.
24. Novel coronavirus infection – update – revised interim case definition. Geneva: World Health Organization, 2012.
25. Novel coronavirus (2019-nCoV). Available at: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>.
26. Novel coronavirus (2019-nCoV). Situation report – 20. Available at: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200209-sitrep-20-ncov.pdf?sfvrsn=6f80d1b9_4.
27. Peiris J.S.M., Lai S.T., Poon L.L.M. et al. Coronavirus as a possible cause of severe acute respiratory syndrome. *Lancet*. 2003; 361: 1319-1325.

DOI: 10.32902/2663-0338-2020-2-11-20

Reference

1. Gumeniuk M.I., Gumeniuk G.L., Opimakh S.H. Efektyvnist dekametoksynu proty skladnykh virusiv, nezalezno vid yikh antyhennoi budovy: perspektyvy vykorystannia pry suchasnykh virusnykh zakhvoriuvanniakh dykhalnykh shliakhiv. *Aktualna infektolohiia*. 2020; 8 (1): 36-44. doi: 10.22141/2312-413x.8.1.2020.196168.
2. Dziublyk I.V., Kukalo O.V. Novi koronavirusy liudyny ta zakhvoriuvannia orhaniv dykhannia. *Ukr. pulmonol. zhurn.* 2015; 4: 53-59.
3. Dziublyk I.V., Obertynska O.V. Koronavirusy liudyny ta zakhvoriuvannia orhaniv dykhannia. *Zdorovia suspilstva*. 2015; 1-2: 39-47.
4. Madzhidov T.I., Kurakin G.F. Kompyuternye tehnologii protiv koronavirusa: pervyye rezultaty. *Priroda*. 2020; 3: 3-15. doi: 10.7868/S0032874X20030011.
5. Morozov C.P., Procenko D.N., Smetanina S.V., Andrejchenko A.E. i dr. Lučevaya diagnostika koronavirusnoj bolezni (COVID-19): organizaciya, metodologiya, interpretaciya rezultatov. Moskva, 2020. 60 p.
6. Novaya koronavirusnaya infekciya (COVID-19): etiologiya, epidemiologiya, klinika, diagnostika, lechenie i profilaktika: uchebno-metodicheskoe posobie № 21. Moskva, 2020. 71 p.
7. Aakjær Andersen C., Holden S., Vela J. et al. Point-of-care ultrasound in general practice: a systematic review. *Ann. Fam. Med.* 2019; 12: 61-69.
8. Bai Y., Yao L., Wei T. et al. Presumed asymptomatic carrier transmission of COVID-19. *JAMA*. 2020. 10.1001/jama.2020.2565: e202565.
9. Boelig R., Saccone G., Bellussi F., Berghella V. MFM Guidance for COVID-19. *Am. J. Obstet. Gynecol. MFM*. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ajogmf.2020.100106>.
10. Callaway E., Cyranoski D. Why snakes probably aren't spreading the new China virus: one genetic analysis suggests reptilian reservoir – but researchers doubt that the coronavirus could have originated in animals other than birds or mammals. *Nature*. 2020 Jan. doi: 10.1038/d41586-020-00180-8.
11. Chan K.W., Wong V.T., Tang S.C.W. COVID-19: an update on the epidemiological, clinical, preventive and therapeutic evidence and guidelines of integrative Chinese-western medicine for the management of 2019 novel coronavirus disease. *Am. J. Chin. Med.* 2020: 1-26.
12. WHO. Coronaviruses (CoV). Available at: <https://www.who.int/health-topics/coronavirus>.
13. Corman V.M., Eckerle I., Bleicker T. et al. Detection of a novel human coronavirus by real-time reverse-transcription polymerase chain reaction. *Euro Surveill.* 2012; 17: 202-285.
14. Dawson P., Malik M.R., Parvez F., Morse S.S. What have we learned about middle east respiratory syndrome coronavirus emergence in humans? A systematic literature review. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*. 2019; 19 (3): 174-192. doi: 10.1089/vbz.2017.2191.
15. Drosten C., Ginther S., Preiser W. et al. Identification of a novel coronavirus in patients with severe acute respiratory syndrome. *N. Engl. J. Med.* 2003; 348: 967-976.
16. Fouchier R.A., Hartwig N.G., Bestebroer T.M. et al. A previously undescribed coronavirus associated with respiratory disease in humans. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. 2004; 101: 6212-6216.
17. Handbook of COVID-19 prevention and treatment. Ed. by T. Liang. Zhejiang University School of Medicine, 2020. 68 p.
18. Holshue M.L., DeBolt C., Lindquist S. et al. First case of 2019 novel coronavirus in the United States. *N. Engl. J. Med.* 2020; 382: 929-36.
19. Ji W., Wang W., Zhao X. et al. Homologous recombination within the spike glycoprotein of the newly identified coronavirus may boost cross species transmission from snake to human. *Journal of Medical Virology*. Hoboken, New Jersey: Wiley-Blackwellruen, 2020 Jan: 1-29. ISSN: 1096-9071. doi: 10.1002/jmv.25682. PMID31967321.
20. Gorbalenya A., Baker S., Baric R. et al. Coronaviridae Study group of the International Committee on Taxonomy of Viruses: the species severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. *Nature Microbiology*. 2020. 10.1038/s41564-020-0695-z. Advance online publication. <https://doi.org/10.1038/s41564-020-0695-z>.
21. Kampf G., Todt D., Pfaender S., Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *J. Hosp. Infect.* 2020; 104: 246-51.
22. Kaw G.J., Tan D.Y., Leo Y.S. Chest radiographic findings of a case of severe acute respiratory syndrome (SARS) in Singapore. *Singapore Med. J.* 2003; 44: 201-204.
23. Momattin H., Al-Ali A.Y., Al-Tawfiq J.A. A systematic review of therapeutic agents for the treatment of the Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus (MERS-CoV). *Travel Medicine and Infectious Disease*. 2019; 30: 9-18. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2019.06.012>.
24. Novel coronavirus infection – update – revised interim case definition. Geneva: World Health Organization, 2012.
25. Novel coronavirus (2019-nCoV). Available at: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>.
26. Novel coronavirus (2019-nCoV). Situation report – 20. Available at: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200209-sitrep-20-ncov.pdf?sfvrsn=6f80d1b9_4.
27. Peiris J.S.M., Lai S.T., Poon L.L.M. et al. Coronavirus as a possible cause of severe acute respiratory syndrome. *Lancet*. 2003; 361: 1319-1325.

28. Peiris J.S., Guan Y., Yuen K.Y. Severe acute respiratory syndrome. *Nat. Med.* 2004; 10: 88-97.
29. Peiris J.S., Chu C.M., Cheng V.C. et al. Clinical progression and viral load in a community outbreak of coronavirus-associated SARS pneumonia: a prospective study. *Lancet.* 2003; 361: 1767-1772.
30. Peng Q., Wang X., Zhang L. Findings of lung ultrasonography of novel coronavirus pneumonia during the 2019-2020 epidemic. *Intensive Care Med.* 2020. doi: 10.1007/s00134-020-05996-6.
31. Poggiali E., Dacrema A., Bastoni D. et al. Can lung US help critical care clinicians in the early diagnosis of novel coronavirus (COVID-19) pneumonia? *Radiology.* 2020. 10.1148/radiol.2020200847:200847.
32. Rota P.A., Oberste M.S., Monroe S.S. et al. Characterization of a novel coronavirus associated with severe acute respiratory syndrome. *Science.* 2003; 300: 1394-1399.
33. ScOR/BMUS. 2019 Society and College of Radiographers and British Medical Ultrasound Society Guidelines for professional ultrasound practice. 4th ed. London, UK, 1-146.
34. Stockman L.J., Bellamy R., Garner P. SARS: systematic review of treatment effects. *PLoS Med.* 2006; vol. 3, issue 9: e343. doi: 10.1371/journal.pmed.0030343.
35. Van der Hoek L., Pyrc K., Jebbink M.F. et al. Identification of a new human coronavirus. *Nat. Med.* 2004; 10: 368-373.
36. Virus taxonomy: 2018b release. Available at: <https://talk.ictvonline.org/taxonomy>.
37. Virus taxa infecting vertebrates. Available at: https://talk.ictvonline.org/ictv-reports/ictv_9th_report/introduction/w/9th_report_intro/88/virus-taxa-infecting-vertebrates.
38. Virus taxonomy, classification and nomenclature of viruses: ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. San Diego, CA: Academic Press, 2012.
39. Vijgen L., Mols E., Keyaerts E. et al. A pancoronavirus RT-PCR assay for detection of all known coronaviruses. *Methods Mol. Biol.* 2008; 454: 3-12.
40. WFUMB position statement: how to perform a safe ultrasound examination and clean equipment in the context of COVID-19. Available at: https://wfumb.info/wp-content/uploads/2020/03/WFUMB-covid19-document_FINAL2.pdf.
41. Woo P.C., Wang M., Lau S.K. et al. Comparative analysis of twelve genomes of three novel group 2c and group 2d coronaviruses reveals unique group and subgroup features. *J. Virol.* 2007; 81: 1574-1585.
42. Woo P.C., Lau S.K., Li K.S. et al. Molecular diversity of coronaviruses in bats. *Virology.* 2006; 351: 180-187.
43. Woo P.C., Lau S.K., Chu C.M. et al. Characterization and complete genome sequence of a novel coronavirus, coronavirus HKU1, from patients with pneumonia. *J. Virol.* 2005; 79: 884-895.
44. Wong R.S., Wu A., To K.F. et al. Haematological manifestations in patients with severe acute respiratory syndrome: retrospective analysis. *BMJ.* 2003; 326: 1358-1362.
45. Wu F., Zhao S., Yu B. et al. Wuhan seafood market pneumonia virus isolate Wuhan-Hu-1, complete genome: GenBank MN908947.3: GenBank: journal. Bethesda, MD, 2020 Jan.
46. Wuhan virus surpasses 2003 SARS numbers; death toll continues to rise. Available at: <https://www.ibtimes.sg/wuhan-virus-surpasses-2003-sars-numbers-death-toll-continues-rise-38502>.
47. Chen Y. Emerging coronaviruses: genome structure, replication, and pathogenesis. *J. Med. Virol.* 2020; 92: 418-423.
48. Yuen K.S., Ye Z.W., Fung S.Y., Chan C.P., Jin D.Y. SARS-CoV-2 and COVID-19: the most important research questions. *Cell Biosci.* 2020; 10: 40.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

Гуменюк Микола Іванович

Провідний науковий співробітник відділення технологій лікування неспецифічних захворювань легень ДУ «Національний інститут фізіотерії і пульмонології ім. Ф.Г. Яновського НАМН України».

Д-р мед. наук.

10, вул. Амосова, м. Київ, 03038, Україна.

ORCID iD: orcid.org/0000-0002-4365-6224

Ігнат'єва Вікторія Ігорівна

Старший науковий співробітник відділення діагностики, терапії і клінічної фармакології захворювань легень ДУ «Національний інститут фізіотерії і пульмонології ім. Ф.Г. Яновського НАМН України».

Канд. мед. наук.

10, вул. Амосова, м. Київ, 03038, Україна.

ORCID iD: orcid.org/0000-0003-0604-4349

Gumeniuk Mykola Ivanovych

Leading Researcher, Department of Technologies of Treatment of Nonspecific Lung Diseases, National Institute of Phthysiology and Pulmonology named after F.G. Yanovsky NAMS of Ukraine.

MD.

10, M. Amosova st., Kyiv, 03038, Ukraine.

ORCID iD: orcid.org/0000-0002-4365-6224

Ignatieva Victoria Igorivna

Senior Researcher, Department of Diagnostics, Therapy and Clinical Pharmacology of Lung Diseases, National Institute of Phthysiology and Pulmonology named after F.G. Yanovsky NAMS of Ukraine.

PhD.

10, M. Amosova st., Kyiv, 03038, Ukraine.

ORCID iD: orcid.org/0000-0003-0604-4349

DOI: 10.32902/2663-0338-2020-2-11-20

ОГЛЯДОВА СТАТТЯ

Линник Микола Іванович

Провідний науковий співробітник відділу епідеміологічних та організаційних проблем фтизіопульмонології ДУ «Національний інститут фтизіатрії і пульмонології ім. Ф.Г. Яновського НАМН України».

Д-р мед. наук.

10, вул. М. Амосова, 03038, м. Київ, Україна.

ORCID iD: orcid.org/0000-0002-0011-7482

Гуменюк Галина Львівна

Професор кафедри фтизіатрії і пульмонології Національної медичної академії післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика.

Д-р мед. наук.

10, вул. М. Амосова, 03038, м. Київ, Україна.

ORCID iD: orcid.org/0000-0001-8160-7856

Святненко Вадим Анатолійович

Старший викладач кафедри теоретичної електротехніки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського».

37, пр-т Перемоги, м. Київ, 03056, Україна.

ORCID iD: orcid.org/0000-0002-0518-1045

Палівода Микола Григорович

Заступник головного лікаря ДУ «Національний інститут фтизіатрії і пульмонології ім. Ф.Г. Яновського НАМН України».

10, вул. М. Амосова, м. Київ, 03038, Україна.

Lynnyk Mykola Ivanovych

Leading Researcher, Department of Epidemiology and Organizational Problems of Phthiology, National Institute of Phthiology and Pulmonology named after F. G. Yanovsky NAMS of Ukraine.

MD.

10, M. Amosova st., Kyiv, 03038, Ukraine.

ORCID iD: orcid.org/0000-0002-0011-7482

Gumeniuk Galyna Lvivna

Professor of Department of Phthiology and Pulmonology, National Medical Academy of Postgraduate Education named after P.L. Shupyk.

MD.

10, M. Amosova st., Kyiv, 03038, Ukraine.

ORCID iD: orcid.org/0000-0001-8160-7856

Svyatnenko Vadym Anatoliyovych

Senior Lecturer, Department of Theoretical Electrical Engineering, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute".

37, prosp. Peremohy, Kyiv, 03056, Ukraine.

ORCID iD: orcid.org/0000-0002-0518-1045

Palivoda Mykola Grygorovych

Deputy Chief Physician, National Institute of Phthiology and Pulmonology named after F. G. Yanovsky NAMS of Ukraine.

10, M. Amosova st., Kyiv, 03038, Ukraine.

КОНТАКТНА ІНФОРМАЦІЯ / CORRESPONDENCE TO

Ігнат'єва Вікторія Ігорівна

10, вул. М. Амосова, м. Київ, 03038, Україна.

Тел./факс: +38 (044) 275 27 33.

E-mail: ignatieva@ifp.kiev.ua