

## АКТИВНІСТЬ МЕХАНІЗМУ ПЕРЕДАЧІ ЗБУДНИКА COVID-19 ТА ЗАСОБИ ЙОГО ПЕРЕРИВАННЯ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Жалко-Титаренко В.П.<sup>1</sup>, Подаваленко А.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут епідеміології та інфекційних хвороб ім.  
Л.В. Громашевського НАМН України  
<sup>2</sup>Харківська медична академія післядипломної  
освіти МОЗ України

**Актуальність.** За останні два десятиріччя коронавірус, який пов'язаний з респіраторним синдромом (SARS-CoV), спричинив три широкомасштабні пандемії, включаючи тяжкий гострий респіраторний синдром (ТГРС), близькосхідний респіраторний синдром (МЕРС) та тяжкий гострий респіраторний синдром 2 (COVID-19). Третя пандемія розпочалася у грудні 2019 року, коли численні випадки пневмонії з'явилася у місті Ухань (Хубей, Китай). Секвенування зразків з нижніх дихальних шляхів інфікованих пацієнтів підтвердило появу нового вірусу під назвою тяжкий гострий респіраторний синдром коронавірусу 2 (SARS-CoV-2) [1, 2]. Відсутність імунного прошарку захищених, великий відсоток імунокомпрометованих (хронічна патологія, онкологічні хвороби, цукровий діабет, імунодефіцити тощо), а також несвоєчасне запровадження профілактичних та протиепідемічних заходів щодо COVID-19 та їх недосконалість призвели до масштабного поширення цієї інфекції. Тож, як і було передбачено, 11 березня 2020 року Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) оголосила пандемію, спричинену коронавірусом SARS-CoV-2 [3, 4, 5].

Наразі відбувається дуже швидка передача вірусу SARS-CoV-2 та збільшується кількість інфікованих осіб по всьому світу. Випадки COVID-19 зареєстровані у 220 країнах світу, ВООЗ інформує про більш ніж 60 млн підтверджених випадків та більш ніж 1 млн 400 тис. померлих. Щодня ці дані змінюються в сторону зростання захворюваності на COVID-19 та дещо зменшення показників летальності [6].

На початку пандемії декілька країн, завдяки своєчасно введеним профілактичним та протиепідемічним заходам, зокрема, запровадженню карантину та суворого режиму використання засобів індивідуального захисту, продемонстрували уповільнення або призупинення передачі збудника COVID-19 від однієї людини до іншої. Ці дії врятували життя багатьох людей та надали решті країн світу більше часу для підготовки систем реагування на надзвичайні ситуації, а саме: збільшити спроможність лабораторних досліджень, розгорнути мережу лікарень та забезпечити медикаментами, підготувати медичний персонал та розробити алгоритми надання медичної допомоги й клінічні протоколи лікування хворих на COVID-19 з тяжким перебігом хвороби [6].

Вже відомий збудник COVID-19 (SARS-CoV-2), тож вакцина могла б призупинити поширення цієї інфекції, але поки що її не має, тому найбільш дієвим і ефективним заходом є застосування засобів індивідуального захисту. Втім у засобах масової інформації, серед медичних працівників та науковців ведуться дискусії щодо ефективності їх використання, навіть є повідомлення про шкідливість застосування масок та респіраторів. Хибні уявлення про механізм передачі збудника COVID-19 та міфи про засоби індивідуального захисту, зумовили населення України, у тому числі медичних працівників, ігнорувати рекомендації ВООЗ, постанови Кабінету міністрів та накази МОЗ України щодо запровадження адекватних профілактичних та протиепідемічних заходів. Населення тотально відмовляється від рутинного носіння масок та респіраторів у закритому приміщенні та транспорті, а ті хто, все ж таки, їх використовує не дотримуються елементарних правил експлуатації цих засобів та дистанції 1,5 – 2 метри.

Тож, **метою** роботи стало вивчення аерозольно-аспіраційного механізму передачі вірусу SARS-CoV-2 на підставі екстраполяції експериментальних досліджень та доведення ефективності засобів індивідуального захисту у перериванні передачі збудника COVID-19.

**Матеріали та методи.** У роботі використано результати експериментального дослідження механізму передачі збудників через повітря в лабораторії ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб ім. Л.В. Громашевського НАМН України» [7]. За допомогою сконструйованого спеціального обладнання досліджували утворення та еволюцію аерозолів в процесі експіраторних актів людини (чхання, кашель, шмаркання, мовлення). Аеродинамічну трубу циліндричної форми (0,8 м × 0,8 м × 1,5 м) з дюралюмінію розташували горизонтально і внутрішню поверхню пофарбували у чорний колір. Одну сторону циліндра закрили щитом із заглибленнями за формою обличчя людини, другу – відкрили і встановили два потужних ртутно-кварцових освітлювача, спрямованих на щит. Заглиблення для носа та ротової порожнини прикрили фігурним клапаном із зовнішнім ручним приводом.

Притискаючи обличчя до заглиблення щита, сидів волонтер, при цьому клапани були закриті, а освітлювачі ввімкнені. Фігурний клапан відкривали перед експіраторним актом й закривали після викиду аерозолі. За допомогою спеціального димогенератора аерозоль додатково контрастували димом. У таких умовах, завдяки феномену Тіндала [8], аерозоль ставав видимим навіть неозброєним оком. Встановивши збоку кіноапарат системи «Конвас», процес знімали на кіноплівку і кожен кадр переносили на міліметровий папір. Таким чином, відтворювали рух хмаринки аерозолі та його завихрення. За загальноприйнятими формулами визначали аеродинамічні характеристики процесу,

зокрема, час, відстань, швидкість, прискорення та гальмування, січний розмір, аспіраційні потоки й напрями руху аерозольної хмаринки.

Ризик ( $R$ ) зараження у рухомій атмосфері порівняно з нерухою атмосферою закритих приміщень розраховували за допомогою рівняння:

$$R = 0.4 \frac{1}{\pi L} \times 100,$$

де  $\pi$  – число 3,14;  $L$  – відстань між хворим (або носієм) і здоровою людиною; коефіцієнт 0,4 дорівнює максимальному поперечнику («діаметра») аерозольної хмаринки, яка становить 0,4 м (40 см).

**Результати та їх обговорення.** Механізм передачі збудника інфекційних хвороб забезпечує йому зміну індивідуальних організмів і збереження його як біологічного виду, реалізуючись через три стадії – виділення збудника із організму, перебування його у факторах передачі та потрапляння у новий організм. Локалізація збудника в організмі специфічного хазяїна визначає його механізм передачі при різних інфекціях. Фактори передачі збудника (елементи зовнішнього середовища) здійснюють перенесення збудника з одного організму в інший, а шляхи його передачі забезпечують це перенесення в конкретних умовах епідемічної ситуації [9]. Завдяки ретельному аналізу різних тлумачень механізму передачі збудників групи інфекцій дихальних шляхів («повітряний», «повітряно-крапельний», «крапельний», «аспіраційний» «аерозольний», «аерогенний») був запропонований термін «аерозольно-аспіраційний», який найбільш точно відповідає процесу реалізації цієї передачі, а отже, і способу збереження збудника як біологічного виду [10]. Для аерозольно-аспіраційного механізму передачі збудників інфекційних хвороб шляхом передачі є викид аерозолу внаслідок експіраторних актів (чхання, кашель, мовлення), його рух під впливом навколишніх повітряних течій (аеродинаміка) і наприкінці – його аспірація (вдихання), а чинниками передачі – аерозоль з певною структурою та розмірами його частинок, які вмщують збудники інфекційної хвороби пропорційно кубу радіуса. Аерозолі – це фізико-хімічні системи, які складаються з дисперсного середовища (повітря), та дисперсної фази – розпилених (диспергованих) у повітрі рідких або твердих частинок, в тому числі численних краплинок слини чи рідкого секрету із збудниками інфекції. У полідисперсному аерозолі краплинки можуть мати розміри від 0,001 до 1000 мікрометрів (мкм), а їхній вміст в 1 см<sup>3</sup> повітря – від декількох одиниць до декількох тисяч. Тривалість перебування частинок аерозолу у завислому стані залежить від седиментаційної швидкості (швидкості осідання) та швидкості витання. Седиментаційна швидкість – швидкість падіння, яку має частинка аерозолу у спокійному дисперсійному середовищі під дією сили ваги. Швидкість витання – швидкість, якою

набуває частинка під дією різноманітних конкуруючих ефектів (інерція, гравітація, випаровування). Дрібні частинки дисперсної фази мають невелику швидкість осідання і проявляють певну стабільність у полі земного тяжіння. Краплинки крупніші за критичний розмір (100 мкм) осідають швидше, ніж випаровуються, а менші випаровуються швидше, ніж осідають, утворюючи ядра краплинок, які можуть годинами знаходитися у повітрі і переноситися на великі відстані [8, 11, 12, 13, 14]. Найнебезпечнішими для легень людини є частинки від 0,5 до 5 мкм, більш крупні затримуються в порожнині носа.

Науковці зазначають, що передача збудника COVID-19 відбувається трьома шляхами, зокрема, перший – попадання крупно- або середньодисперсних краплин у рот, ніс чи на кон'юнктиву очей у результаті викиду збудника від хворої людини при кашлі чи чиханні (сильний імпульс); другий – фізичний контакт з краплинами, які осіли на поверхні, і надалі їх перенесення на слизову дихальних шляхів чи очей; третій – інгаляція ядер краплин, які доставляються потоками повітря [15]. На наш погляд, таке тлумачення шляхів передачі є некоректним і суперечить суті механізму передачі збудника інфекцій дихальних шляхів, який є ланцюгом, що зв'язує три ланки епідемічного процесу (джерело інфекції, шляхи та фактори передачі, сприйнятливий організм).

Для підтвердження наших тлумачень ми використали результати експериментальних досліджень щодо вивчення закономірностей поширення інфекцій дихальних шляхів проведених ще у 1958 році в аерозольній лабораторії Київського інституту епідеміології та мікробіології (нині ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб ім. Л.В. Громашевського НАМН України»). Встановлено, що при експіраторних актах краплинки не розлітаються конусом, а виділяються окремими порціями – хмаринками аерозолу неправильної форми приблизно 40 см в діаметрі. Рух цих хмаринко характеризується згасаючим інерційним пробігом довжиною до 90 см, а подолавши цю відстань, вони потрапляють у довколишні повітряні течії і, залежно від напрямку вітру, можуть зміщуватися в різні сторони. Враховуючи локальне зараження повітря, рекомендації ВООЗ щодо дотримання дистанції з метою попередження COVID-19 не менше 1 метра, а краще 1,5 – 2 м або 1 людина на площі 5 квадратних метрів, є слушними і ефективними.

Обов'язковою умовою інфікування мікроорганізмами є його потрапляння за допомогою хмаринки в «зону захоплення». У людини ця зона розташована на нижній половині обличчя діаметром 7 см і з центром у піднісся. Якщо аерозоль не потрапляє у зону захоплення, аспірація не відбувається й інфікування теж.

У закритому приміщенні на шляху свого руху аерозольна хмаринка протягом 1 – 7 секунд змінюється. Надвеликі краплинки в діапазоні 500 – 1000 мкм по балістичним кривим пролітають за

секунду десь 1 метр і падають на підлогу, дещо менші радіусом 50 – 100 мкм встигають підсохнути, зменшитись в діаметрі і протягом наступних кількох секунд осісти, а у повітрі залишаються на декілька секунд лише дрібні краплинки розміром 0,5 – 50 мкм. Причому, краплинки діапазону 25 – 50 мкм, осідають за дві з половиною хвилини, а ще дрібніші можуть знаходитись у повітрі десятки хвилин і навіть годин.

Реалізація аерозольно-аспіраційного механізму передачі відбувається переважно у приміщенні де повітря знаходиться у нерухомому або малорухомому стані. Тож, за умови створення у закритих приміщеннях режиму рухомого повітря, скерованого вентиляційними потоками на витяжку, можна запобігти передачі коронавірусу SARS-CoV-2.

Існує хибна думка, що на відкритому повітрі не можливе інфікування вірусом SARS-CoV-2. Проведене дослідження щодо встановлення ризику інфікування у різних умовах перебування людини показало, що у рухомій відкритій атмосфері на відстані 1 метра ризик зараження становить 12 %, на відстані 2 та 4 метри відповідно 6,3 % та 3,3 %. Тому, у період епідемічного поширення, перебуваючи на відкритому повітрі, необхідно використовувати засоби індивідуального захисту, що сприятиме перериванню аерозольно-аспіраційного механізму передачі збудника COVID-19.

Епідемічний процес інфекцій дихальних шляхів характеризується сезонністю, яка визначається соціальними та природними умовами і фазністю функціонування паразитарних систем (взаємовідносини між популяціями мікроорганізмів та людей), основою яких є фенотипова і генотипова мінливість елементів цієї системи та взаємобумовлена мінливість їх біологічних властивостей. Фазова перебудова епідемічного процесу складається із чотирьох послідовних фаз – резервації, епідемічного перетворення, епідемічного поширення та резерваційного перетворення [9]. Зважаючи на сучасну епідемічну ситуацію з COVID-19 та той факт, що вірус SARS-CoV-2 є новим для популяції людей, можна вважати – епідемічний процес цієї інфекції частково знаходиться у фазі епідемічного перетворення, яка характеризується сприйнятливістю практично всього населення, особливо імунокомпрометованих осіб (хронічна патологія, імунодефіциті, цукровий діабет, імунодефіциті тощо), та можливо зростанням ступеня вірулентності вірусу внаслідок пасажу через сприйнятливий організм. Водночас у багатьох країнах – це фаза епідемічного поширення, яка характеризується високим рівнем захворюваності на COVID-19 та активною циркуляцією високо вірулентного вірусу SARS-CoV-2. Суттєву роль у поширенні відіграють природні та соціальні фактори. Так, сезонне зростання захворюваності пов'язано з властивостями збудника (стійкість у навколишньому середовищі при низькій температурі) та активізацією механізму передачі збудника (знаходження великих груп людей у закритих приміщеннях) при умові

значного прошарку неімунних в ланцюзі циркуляції епідемічного варіанту збудника. У теплі місяці року у громадських будинках, спорудах, громадському транспорті встановлюється режим рухомого повітря через відкриття вікон, фіранок, а також застосовуються вентилятори та кондиціонери, зменшуючи ризик передачі збудника інфекції, та, як наслідок, суттєво знижуючи рівень захворюваності.

Але сучасна пандемія COVID-19 показала, що тепла пора року не зупинила поширення цієї інфекції. Ми спостерігаємо високий рівень захворюваності на COVID-19 протягом року, причому зростання відбувається з березня місяця, в тому числі у літні місяці, що може свідчити про дію внутрішніх механізмів саморегуляції паразитарних систем. При цьому соціальні та природні фактори можуть тільки на локальному рівні впливати на перебіг епідемічного процесу цієї інфекції. Можна припустити причини цього феномену – накопичення занадто великої кількості носіїв COVID-19, яка перекрыла користь притаманну теплій порі року, та поширення цієї інфекції у західних регіонах України через дощі, повені і пониження температури повітря у Карпатах та їх передгір'ях протягом всього літа. Втім, не виключено, що стрімке поширення пандемії на фоні сприйнятливого населення сприяло згладжуванню річної сезонності, але яка може чітко проявитися у багаторічній динаміці захворюваності на COVID-19.

Важливе значення у механізмі передачі збудника має здатність аерозольної хмарини до зараження, яка залежить від завантаженості краплинок збудниками. Згідно з законом Пуассона збудники завантажують краплинки пропорційно їх об'єму, тобто кубу радіуса [16]. Відтак найбільшу кількість збудників COVID-19 містять великі краплинки, а дрібнідисперсні (ядра краплинок) можуть мати обмаль віріонів. Від розмірів краплинок залежить первинна локалізація збудника у дихальних шляхах людини. Доведено, що крупнодисперсні краплинки осідають переважно у верхніх відділах дихальних шляхів і є причиною субклінічних форм із симптомами гострої респіраторно-вірусної інфекції (ГРВІ) та носійства, у той час як дрібні здатні потрапляти у нижні відділи, спричиняючи пневмонію з важким гострим дистрес синдромом [17].

Згідно із законом епідеміології інфекційних хвороб «локалізація збудника в організмі і механізм його передачі від одного індивіда до іншого, знаходяться у повній і беззастережній відповідності один до одного» (Л.В. Громашевський, 1987) [18]. Так, у верхніх дихальних шляхах локалізується збудник, який під час чхання, кашлю, шмарканню та мовленню виділяється у вигляді полідисперсного аерозолу, і, потрапляючи в організм здорової людини, осідає в тих же верхніх дихальних шляхах, спричиняючи субклінічні форми (із симптомами ГРВІ) та носійство. У нижніх відділах дихальної системи відбувається локалізація дрібнодисперсних краплин, які під час дихання та сухого кашлю виділяються у вигляді дрібних краплин. Ці краплини

мають деякі особливості, а саме: повільно осідають і можуть накопичуватись в повітрі закритих приміщень; проникають крізь тканину масок та респіраторів, які не відповідають вимогам стандартів; потрапляють у бронхіоли та альвеоли, спричиняючи тяжкі форми (пневмонії) [19]. Водночас субклінічна форма може переходити у тяжку форму з клінічними проявами пневмонії та сприяти різкому прискоренню поширення цієї інфекції.

Експериментально було доведено, що розвиток інфекційного процесу в організмі відбувається шляхом пов'язаних між собою ланцюгових циклів подій – адгезія збудника до поверхні слизової оболонки, проникнення його в епітеліальні клітини, репродукція (розмноження) збудника в них і закінчується процесом емісії – зворотний вихід новоствореної популяції збудника на поверхню слизової оболонки [20, 21]. Цей цикл подій, пов'язаних із збудником, повторюється каскадно, активізуючи наступний. Так як, розвиток інфекційного процесу у цілому є наслідком складної взаємодії збудника з організмом хазяїна (у тому числі з природно-еволюційними механізмами захисту останнього) важливо зазначити, що ланцюговий процес є дозозалежним, і значною мірою визначається природою збудника. Так, для кожного виду і штаму мікроорганізму існують мінімальні дози при яких адгезія (або адсорбція) до поверхні слизової оболонки не може відбутися і збудник транзитом проходить через організм людини. Доза вірусу, яка призводить до адгезії, але нездатна при внутрішньоклітинному розмноженні збудника забезпечити емісію більшу за дозу адгезії, спричиняє лише кілька згасаючих циклів і ланцюговий процес припиняється. Доза збудника, яка здатна створити емісію, співставну з адгезивною дозою, призводить до розвитку хронічного перебігу хвороби та носійства. Інфікування великими дозами утворює емісію більшу за адгезію, призводить до прогресування та поширення ланцюгових процесів, виникає клінічно виражена інфекційна хвороба.

Наведені закономірності дозозалежності інфекційного процесу особливо істотні для розуміння епідемічного та інфекційного процесу при COVID-19. Двотижневий термін інкубаційного періоду свідчить про те, що популяція коронавірусу може зростати досить повільно. Це однак не означає, що збудник взагалі повільно репродукується (розмножується). Треба враховувати, що швидкість зростання популяції не є абсолютно тотожною швидкості репродукції (внутрішньоклітинного розмноження). Популяційне зростання є балансом емісії вірулентних віріонів і ефективності їх наступної адгезії (або адсорбції) на слизовій оболонці дихальних шляхів. Це лише означає, що в сучасному епідемічному процесі COVID-19 зараження вірусом SARS-CoV-2 відбувається дозами, наближеними до тих, які зумовлюють носійство, тобто відносно малими дозами. Аналіз класичних досліджень J.P. Duguid [22] свідчить, що мовлення є тим варіантом аерозольно-аспіраційного механізму передачі

збудника, який обумовлює передачу малих доз, а відтак пандемічне поширення безсимптомних і субклінічних форм коронавірусної інфекції. Тож, ймовірно, одні карантинні заходи, які були на початку пандемії запроваджені в Китаї, не спроможні подолати поширення збудника. На наш погляд, найбільш дієвим та ефективним засобом захисту від COVID-19 є рутинне застосування масок та респіраторів, які відповідають Державному стандарту України (ДСТУ – EN 14683:2014; EN 149:2017) [23] і повинні здійснювати внутрішній та зовнішній захист [15]. Проблема масок виникла ще за часів створення атомної зброї, і спонукала групу І.В. Петрянова до розробки волокнистих аерозольних фільтрів (фільтр Петрянова – ФП) [11]. Тож, маска чи респіратор повинні складатися із фільтруючої тканини, яка відповідає ФП, та різних конструкцій, які щільно фіксують її на обличчі.

#### **Висновки:**

1. Поширення дезінформації щодо неефективності засобів індивідуально захисту зумовило значну кількість населення відмовитися від них, що спричинило катастрофічне (у десятки разів) зростання захворюваності на COVID-19 та летальності в Україні.

2. Експериментально доведено, що поширення збудника COVID-19 відбувається через аерозольні хмаринки переважно у закритому просторі (будинки, споруди, транспорт), але ризик інфікування залишається і у відкритому просторі (на вулиці, у парках де є скупчення людей). Тож застосування масок чи респіраторів у місцях перебування є основним засобом захисту від інфікування.

3. Тяжкість перебігу хвороби залежить від завантаженості аерозольних хмаринках вірусом SARS-CoV-2, дози та характеристики краплинок аерозолі, які потрапляють в організм. Крупнодисперсні краплинки, які потрапляючи в організм при мовленні навіть у малих дозах, зумовлюють субклінічні форми та носійство, а дрібнодисперсні – тяжкі форми перебігу COVID-19.

4. Епідемічне поширення COVID-19 може бути зупинено комплексом карантинних заходів разом з тотальним використанням валідованих ефективних респіраторів та масок, здатних не пропускати дрібнодисперсні краплинки. Тотальний масковий режим сприяє перериванню аерозольно-аспіраційного механізму передачі збудника SARS-Cov-2 та припиненню інтенсифікації епідемічного процесу COVID-19.

Abstract

**Activity of the COVID-19 pathogen transmission mechanism and means of its interruption in modern conditions**

**Zhalko-Titarenko V.P., Podavalenko A.P.**

**Introduction.** During the 21st century, three coronavirus-related pandemics have been reported. In 2019, a new virus called severe acute coronavirus 2 syndrome (SARS-CoV-2) was confirmed. Currently, the incidence of COVID-19 is growing daily and fatalities are registered in many parts of the world, including Ukraine. The introduction of quarantine somewhat halted the spread of the virus, but led to enormous economic losses.

Therefore, the introduction of personal protective equipment could help break the chain of the COVID-19 epidemic process. However, misconceptions about the transmission mechanism of SARS-CoV-2 and myths about personal protective equipment have led the population of Ukraine, including medical workers, to ignore the routine wearing of masks and respirators indoors and in transport, and to keep a distance of 1.5 - 2 meters. Therefore, the purpose of the work was to study the aerosol-aspiration mechanism of transmission of the SARS-CoV-2 virus based on extrapolation from experimental studies and proof of the effectiveness of personal protective equipment in interrupting the transmission of the pathogen COVID-19.

**Material & methods.** The results of an experimental study of the mechanism of transmission of pathogens through the air in the laboratory of the State Institution "Institute of Epidemiology and Infectious Diseases. L.V. Gromashevsky National Academy of Medical Sciences of Ukraine ". The motion of the aerosol cloud and its vorticity was recreated. The formulas were used to determine the aerodynamic characteristics of the process, in particular, time, distance, speed, acceleration and deceleration, cutting size, aspiration flows and directions of aerosol cloud movement. The risk of infection in a mobile atmosphere compared to a stationary indoor atmosphere was calculated using a certain formula, which included the number 3.14; the distance between a sick (or carrier) and a healthy person; a factor of 0.4 that is equal to the maximum diameter ("diameter") of the aerosol cloud. **Results & discussion.** The mechanism of transmission of the causative agent of infectious diseases is realized through three stages - the isolation of the pathogen from the body, its stay in the factors of transmission and entry into a new organism. It was found that during expiratory acts, the droplets do not scatter in a cone, but are released in separate portions - aerosol clouds of irregular shape about 40 cm in diameter. The movement of these clouds is characterized by a fading inertial run up to 90 cm long, and having overcome this distance, they fall into nearby air currents and, depending on the direction of the wind, can move in different directions. In a closed room, on the way of its movement, an aerosol cloud changes within 1 - 7 seconds. Super-large droplets in the range of 500 - 1000 microns fly about 1 meter per second along ballistic curves and fall to

the floor, slightly smaller droplets with a radius of 50 - 100 microns have time to dry out, decrease in diameter and settle within the next few seconds. Droplets in the 25 - 50 micron range settle in two and a half minutes, and even smaller droplets can stay in the air for tens of minutes or even hours. In confined spaces, the ventilation flows directed towards the exhaust hood can prevent transmission of SARS-CoV-2 coronavirus. There is a misconception that it is not possible to become infected with the SARS-CoV-2 virus outdoors. The study showed that the risk of infection in the open at a distance of 1 meter is 12%, at a distance of 2 and 4 meters, respectively, 6.3% and 3.3%. The rapid spread of the COVID-19 pandemic against the background of the susceptible population contributed to the smoothing of annual seasonality, but its pronounced manifestation in the long-term dynamics is not excluded. Large dispersed droplets have been shown to settle mainly in the upper respiratory tract and cause subclinical forms with symptoms of acute respiratory viral infection and carrieris, while small ones can enter the lower respiratory tract, causing severe acute pneumonia. The chain infectious process is dose-dependent, and is largely determined by the nature of the pathogen. The pattern of dose-dependence of the infectious process is especially important for understanding the epidemic and infectious processes in COVID-19. The two-week incubation period suggests that the coronavirus population may grow rather slowly. Therefore, it can be assumed that in the current COVID-19 epidemic process, SARS-CoV-2 virus infection occurs at doses close to those that cause the carrieris, ie relatively small doses. And the conversation is a variant of the aerosol-aspiration mechanism of transmission of the pathogen, which causes the transmission of small doses, and hence the pandemic spread of asymptomatic and subclinical forms of coronavirus infection. Therefore, in our opinion, the most adequate and effective means of protection against COVID-19 is the routine use of masks and respirators that meet the State Standard of Ukraine. **Conclusion.** The spread of COVID-19 occurs through aerosol clouds mainly indoors (buildings, structures, transport), but the risk of infection also remains on the street and in parks where there are crowds. The severity of the disease depends on the loading of the aerosol cloud with the SARS-CoV-2 virus, the dose and characteristics of the aerosol droplets that enter the body. Large droplets, which get into the body when talking, even in small doses, cause subclinical forms and carriers, and fine - severe forms of COVID-19. Total mask regimen interrupts the aerosol-aspiration mechanism of SARS-Cov-2 transmission by stopping its transmission from a COVID-19 patient to a healthy person.

**Keywords:** COVID-19, pathogen transmission mechanism, interruption in modern conditions

**References**

1. Lu G, Liu D. SARS-like virus in the Middle East: a truly bat-related coronavirus causing human diseases.

- Protein Cell. 2012. 3(11). P. 803. doi:10.1007/s13238-012-2811-1
2. Huang C, Wang Y, Li X et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020. 395. P. 497–506. doi:10.1016/S0140-6736(20)30183-5
  3. Critical preparedness, readiness and response actions for COVID-19. Interim guidance. WHO/COVID-19/Actions/v1, 2020. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novelcoronavirus-2019/technical-guidance>.
  4. Tanu Singhal. A Review of Coronavirus Disease-2019 (COVID-19). *Indian Journal of Pediatrics*. 2020. URL: <https://doi.org/10.1007/s12098-020-03263-6>
  5. Zadorozhna VI, Vynnyk NP. Coronavirus 2019-nCoV: New Challenges for Healthcare and Humanity. *Infections diseases*. 2020. №1(99). P. 5-16. URL: <https://doi.org/10.11603/1681-2727.2020.1.11091>
  6. WHO. <https://www.who.int/ru/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>
  7. Zhalko-Titarenko VP. Variable volume chamber design for studying bacterial and viral aerosols. *Journal. microbiol.* 1961. №3. P.129-135.
  8. Physics. Big encyclopedic dictionary. M.: Big ros. encyclopedia, 1999. 944 p.
  9. Belyakov VD, Yafaev RKh. *Epidemiology: textbook*. M.: Medicine, 1989. 416 p.
  10. Podavalenko AP, Kolesnikov MM, Zhalko-Titarenko VP, Mokhort HA, Romanenko TA. Concert and terms in the modern notion about the epidemic process of the respiratory infection group. *Medicinal sprava*. 2019. №1-2. P 142-148.
  11. Fuchs A. *Aerosol mechanics*. M; L.: USSR Academy of Sciences. 1955. 350 p.
  12. Opeida Y, Shvaika O. *Glosary terms from chemistry*. Institute physical-organic chemistry and vuglekhimii im. LM. Litvinenka of the National Academy of Sciences of Ukraine. Donetsk: Weber, 2008. 758 p.
  13. Lanovenko OG, Ostapishina OO. *Aerosol. Dictionnaire - dovidnik of ecology: navch.-method. posib*. Kherson: PP Vishemirskiy VS, 2013. P. 6.
  14. Wells WF. Airborne contagion and air hygiene: an ecological study of droplet infections. *J. Am. Med. Assoc*. 1955. 159 (1). P. 90–90.
  15. Mittal R, Ni R, Seo J-H. The flow physics of COVID-19. *J Fluid Mech*. 2020. Vol. 894. <https://doi.org/10.1017/jfm.2020.330>
  16. Zhalko-Titarenko VP. Experimental study of polydispersed bacterial aerosols. Message II. Theory of a method for determining the survival of microorganisms in a polydisperse aerosol // *Journal microbiol.* 1964. №10. P. 61-65.
  17. Ogarkov VI, Gapochko NG. *Aerogenic infection*. M.: Medicine, 1975. 220 p.
  18. Gromashevsky LV. *Theoretical issues of epidemiology: fav. tr. in 3 volumes*. K.: Healthy 1987. 360 p.
  19. Langmuir AD. *Epidemiology of airborne nfection* // *Bact. Rev.* 1961. Vol.25. P 173.
  20. Bondarenko VM, Zhalko-Titarenko VP. Population aspects of the process of interaction of Shigella with the mucous membrane of the explanted fragments of the intestine of the human fetus. *Vestn. Academy of honey. Sciences of the USSR*. 1986. №12. P. 72-78.
  21. Zhalko-Titarenko VP, Grigor'ev OV, Kupchinsky LG. The development of a manifestation of a simple lanka of epidemic and infectious processes. *Theory of infections // Infections diseases*. 1996. №2. P.40-44.
  22. Duquide JP. The Size and the Duration of Air Carriage of Respiratory Droplets and Droplets Nuclei // *J. Hyg.* 1946. 44.6. P. 471-479.
  23. On Amendments to the Standards of Medical Care "Coronavirus Disease (COVID-19)": Order of the Ministry of Health of Ukraine from 16.06. 2020 p. № 1411. <https://moz.gov.ua/article/ministry-mandates/nakaz-moz-ukraini-vid-16062020--1411-pro-vnesennja-zmin-do-standartiv-medichnoi-dopomogi-koronavirusna-hvoroba-covid-19>