

Застосування та оцінка променевих і акустичних методів для діагностики у дітей пневмонії, в тому числі викликаній вірусом SARS-CoV-2

Пневмонія може супроводжуватися тяжкими ускладненнями і мати небезпечні для життя наслідки (F.M. Benedictis, C.M. Nascimento-Carvalho, 2020). В етіології цієї патології все більшого значення набувають віруси, що спричинюють «нетипову» картину захворювання. При COVID-19 пневмонія є загрозливим проявом. Вірус SARS-CoV-2 постійно мутує і, відповідно, викликає більш тяжку за перебігом пневмонію. Тому своєчасна діагностика цього загрозливого стану набуває великого практичного значення. Вона достатньо складна і потребує комплексного дослідження з урахуванням як клінічних симптомів, так і результатів параклінічних методів дослідження.

Наразі в різних країнах світу проводиться удосконалення стандартів діагностики пневмонії. Активну участь у створенні таких діагностичних критеріїв беруть Американське торакальне товариство (American Thoracic Society – ATS), Британське торакальне товариство (British Thoracic Society – BTS), Канадське товариство інфекційних хвороб (Canadian Infectious Disease Society – CIDS) та Європейське респіраторне товариство (European Respiratory Society – ERS). Останній перегляд настанов вище вказаних товариств відбувся в 2020-2021 рр.

В Україні раніше діяв наказ № 128 МОЗ України щодо діагностики та лікування пневмонії у дітей, який пройшов перегляд у 2014 р. У 2017 р. набув чинності наказ МОЗ України № 1422, що затвердив клінічну настанову № 00122 «Пневмонія». Ця клінічна настанова охоплює сучасні дані щодо діагностики і лікування пневмонії, які відповідають загальноприйнятим Європейським стандартам. Згідно з цією настановою, золотим стандартом діагностики негоспітальної пневмонії є рентгенографія органів грудної клітки, що є одним із найдоступніших і розповсюджених методів візуалізації патологічних змін у легенях.

У серпні цього року чинності набув наказ МОЗ України № 1380 «Стандарти медичної допомоги «Позалікарняна пневмонія у дітей», згідно з яким діагноз позалікарняна пневмонія встановлюється на підставі збору анамнезу, клінічних проявів, результатів інструментальних та лабораторних методів дослідження. Згідно з цим наказом, рентгенологічне дослідження позалікарняної пневмонії проводиться у прямій проекції, бічна проекція не застосовується.

У зв'язку з пандемією COVID-19 з 2020 р. набув чинності наказ МОЗ України від 28.03.2020 № 722 «Організація надання медичної допомоги хворим на коронавірусну хворобу (COVID-19)». Згідно з цим наказом, усім пацієнтам із підвищеною температурою тіла та за наявності катарального синдрому і підозри на запалення легень проводиться обов'язкове експрес-тестування для виявлення антигенів SARS-CoV-2, а також тестування методом ПЛР для виявлення РНК SARS-CoV-2.

Згідно з клінічною настановою 2022 р. «Пневмонія у дітей», діагноз позалікарняна пневмонія ставиться клінічно через те, що застосування рентгенологічного дослідження у дітей має також і негативні наслідки, одним з яких є висока біологічна чутливість дітей до рентгеновських променів. Також згідно з цією настановою та гайдлайнами BTS, результати рентгенологічного дослідження не дозволяють верифікувати етіологію захворювання, тому у пацієнтів із нетяжкою формою позалікарняної пневмонії зазвичай не застосовують рентгенологічне дослідження легень. Проте у пацієнтів зі стійкими симптомами позалікарняної пневмонії рентгенологічні ознаки інфільтративного ураження легень дозволяють встановити остаточний діагноз позалікарняної пневмонії.

У пацієнтів із тяжкою позалікарняною пневмонією рентгенологічне дослідження застосовується для виявлення або виключення ускладнень. Тому, згідно з настановами МОЗ України та гайдлайнами європейських країн, рентгенологічне обстеження не повинно проводитися рутинно пацієнтам із позалікарняною пневмонією, а лише за індивідуальними показаннями.

Рентгенологічний метод надає можливість проаналізувати структуру і функціональні можливості органів, ґрунтується на кількісному і якісному аналізі пучка рентгеновських променів, що проникають крізь тканини людини, та отриманих статичних, аналогових, діагностичних даних на рентгенограмах (Т. Bansal, 2019).

Рентгеновські промені при проходженні через тканини різної щільності послаблюються і формують променеві зображення на рентгеновській плівці або флуоресцентному екрані. Променеві зображення поділяють на аналогові (рентгенограми, сцинтиграми та термограми), отримані за допомогою методів класичної рентгенодіагностики, та цифрові, що отримані за допомогою комп'ютера – при комп'ютерній томографії (КТ), магнітно-резонансній томографії, ультразвуковому скануванні, цифровій рентгенографії (W. Pezzotti, 2014).

Згідно із загальними практичними рекомендаціями від American College of Radiology (ACR), розроблені спеціальні показання для проведення рентгенографії грудної клітки, а саме: діагностика патологічних ознак, пов'язаних із дихальною, серцево-судинною, травною системами, опорно-руховим апаратом, та моніторинг динаміки захворювань дихальної системи, передопераційна оцінка, рентгенографія при туберкульозі тощо.

Як свідчать дані настанови № 00122 МОЗ України, рентгенографія призначається тільки тоді, коли наявна характерна клінічна картина і дослідження є доцільним. Не можна виключити пневмонію, коли на рентгенограмі відсутні інфільтративні зміни, але клінічна картина захворювання та данні лабораторних досліджень є типовими для пневмонії.

Незважаючи на існування чітких клінічних ознак пневмонії, часто на догоспітальному етапі ця патологія діагностується несвоєчасно, про що свідчать дані наукових досліджень. Так, S.A. Serbina та співавт. провели ретроспективний аналіз історій хвороби 221 дитини до 5 років, що лікувалися у стаціонарі з приводу пневмонії. Виявлено, що 31,1% дітей були госпіталізовані пізніше сьомого дня хвороби і правильний діагноз їм було встановлено вже на стаціонарному етапі лікування.

Існують також повідомлення і про гіпердіагностику пневмонії на догоспітальному етапі. А.А. Гіріна представила роботу, у якій описала причини гіпердіагностики пневмонії у дітей. Ретроспективно було досліджено 184 історії хвороби дітей із пневмонією для оцінки правильності призначення рентгенологічного методу обстеження. Дослідження показало, що у кожного п'ятого пацієнта мала місце гіпердіагностика, а в 32,3% досліджуваних на рентгенологічних знімках були ознаки обструктивного бронхіту. Було виявлено, що гіпердіагностика пневмонії найчастіше була проведена дітям перших трьох років життя через неправильну оцінку клінічних і рентгенологічних проявів обструктивного бронхіту.

За даними Bradley та співавт., дітям із клінічними ознаками пневмонії проводять рентгенологічне дослідження грудної клітки, коли клінічні результати сумнівні та є загроза виникнення ускладнень, а в лікуванні немає позитивної динаміки. Автори вказують, що при неускладненій позалікарняній пневмонії з типовою клінічною картиною та підтвердженій лабораторними даними застосування рентгенологічного методу є недоцільним. Однак якщо пацієнт має гіпоксемію чи ускладнений перебіг пневмонії, рентгенографію грудної клітки потрібно проводити у двох проекціях. Якщо таких проявів немає, за необхідності можна провести рентгенографію в одній проекції.

Перевагою рентгенологічних методів у діагностиці пневмонії є висока точність і швидкість отримання результату. За даними літератури, чутливість рентгенологічного підтвердження пневмококової пневмонії складає 93% (довірчий інтервал – ДІ 80-98%), а негативна прогностична цінність нормальної рентгенограми грудної клітки – 92% (ДІ 77-98%). Тому С.М. Nascimento-Carvalho був зроблений висновок, що рентгенологічно підтверджена пневмонія є предиктором бактеріальної пневмонії.

Разом із тим чутливість рентгенологічного методу в діагностиці вірусних пневмоній у дорослих коливається від 25 до 69%. Менша ефективність рентгенологічного методу при діагностиці ураження легень SARS-CoV-2, зумовлена нижчою ймовірністю побачити специфічні ознаки, характерні саме для ураження легень при COVID-19, а саме – «матове скло», ретикулярні зміни, консолідація (Т.Н. Трофімова, 2020).

У роботах С. Oterino Serrano досліджено діагностичну значимість рентгенологічного методу при COVID-19. У дослідженні взяли участь 44 дитини з позитивним результатом ПЛР на COVID-19 віком від 12 місяців до 16 років. Було виявлено, що при рентгенографії легень у більшості дітей із симптомним перебігом COVID-19 спостерігаються відхилення від норми, такі як підвищена щільність навколо стінок легеневого бронха (86,3%), залучення периферичного простору (63,3%), дифузне перибронхіальне манжетування (59%), плевральний випіт (9,1%), розширення середостіння (4,5%). Рентгенографія в динаміці перед випискою у 84,1%



Ю.В. Марушко



О.В. Хомич

випадків показала повне видужання, однак погіршення симптомів було у 15,9% пацієнтів – спостерігалось загострення рентгенологічних ознак та поява нових ущільнень.

У дослідженнях S.A. Serbina та співавт. встановили, що у кожного п'ятого пацієнта, який знаходився на стаціонарному лікуванні з діагнозом негоспітальна пневмонія, мала місце гіпердіагностика пневмонії. Це відбувалося через невірність та двоїстість трактовки рентгенологічних знімків, а саме – варіабельність результатів, що отримані від різних фахівців.

Згідно з рекомендаціями American College of Radiology (ACR), роль лікаря-рентгенолога полягає в правильності трактовки рентгенологічних знімків, адже спеціалісти можуть інтерпретувати одну і ту саму рентгенограму по-різному. Це явище в деяких наукових дослідженнях отримало назву «варіабельність результатів дослідження».

Наразі немає єдиних настанов щодо трактовки рентгенологічних знімків, що лікар спостерігає на рентгенограмі. У науковій літературі це питання активно дискутується.

Людвіг Рох у своїх статтях ставить завдання правильної інтерпретації патологічних рентгеновських знімків грудної клітки на конкретних клінічних випадках і пропонує розробити та дотримуватися систематичної техніки читання рентгенограм, щоб зменшити ризик виникнення помилок. Автор стверджує, що уміння рентгенолога, особливо в сумнівних ситуаціях, при інтерпретації рентгенологічних знімків залишаються вкрай важливими.

В умовах пандемії COVID-19 рентгенографія грудної клітки у дітей не втрачає актуальності. При інфекції SARS-CoV-2 рентгенографічний метод застосовують у дітей із помірними чи тяжкими симптомами, дітей із обтяженим анамнезом, які перебувають у групі ризику і потребують госпіталізації та спостереження, а також для первинного встановлення рівня візуалізації легень (С. Oterino Serrano, 2020).

Рівень чутливості КТ щодо діагностики пневмонії вищий порівняно з рентгенографією і, за даними різних авторів, коливається від 86 до 97-98%. На нашу думку, розбіжність даних щодо чутливості методу може бути через різну статистичну вибірку, а саме різну кількість пацієнтів, стадію захворювання та правильність обраного протоколу, згідно з яким буде проводитися трактовка результатів.

За даними Іченг Фанг, чутливість КТ для встановлення діагнозу пневмонія при COVID-19 у дорослих становила 98% порівняно з чутливістю ПЛР 71% (p<0,01). Специфічні зміни, характерні для SARS-CoV-2, більш чітко виявляються за допомогою КТ порівняно з рентгенографією грудної клітки – як у дорослих, так і у дітей.

Показаннями для проведення КТ грудної клітки у дітей є невідповідність клінічних та рентгенологічних даних, а також можливий розвиток ускладнень, обсяг, характер та поширеність яких можна встановити цим методом (V.H. Maidannik, 2012).

Незважаючи на високу діагностичну значимість дослідження КТ, існує суттєве обмеження для широкого застосування цього методу. За загальними стандартами, абсолютними протипоказаннями до проведення КТ є вагітність і маса тіла пацієнта більше 150 кг. Слід враховувати, що рівень опромінення при проведенні КТ у 100-300 разів більший, ніж при застосуванні рентгенологічного методу з низькою дозою радіації. За даними University of Washington Medical Center, доза

опромінення в процесі КТ-сканування така ж сама, як людина може отримати в природному середовищі протягом 1-3 років. За даними СПб ГБУЗ «Центр з профілактики та боротьби зі СНІДом та інфекційними захворюваннями», при проведенні КТ грудної клітки (при типовій ефективній дозі 8 мЗв) опромінення еквівалентно 400 рентгенографіям грудної клітки або 3,6 рокам життя людини при природньому фоні 3 мЗв/рік. Так, наприклад, під час звичайної рентгенографії органів грудної клітки пацієнт отримує приблизно 0,02 мЗв, тоді як при КТ доза складає 4-7 мЗв.

Згідно з міжнародними протоколами дослідження, дослідження з відносно високим променевим навантаженням, такі як КТ, рентгеноскопія, сцинтиграфія або позитрон-емісійна томографія (ПЕТ), повинні проводитися за чіткими медичними показаннями. Це обмежує їх застосування на догоспітальному етапі. Через велике радіаційне навантаження різко обмежене проведення КТ дітям у динаміці лікування пневмонії, у той час коли контрольні обстеження часто бувають необхідними.

При COVID-19 застосування КТ грудної клітки на первинних етапах діагностики не рекомендоване дітям до 12 років. У цій віковій категорії КТ грудної клітки рекомендовано проводити в стаціонарі при сумнівних рентгенологічних даних з метою диференційної діагностики.

У зв'язку з вищезазначеними обмеженнями на тлі пандемії COVID-19 більш широкого використання набули інші методи діагностики уражень легень. Безпечнішим методом діагностики запальних змін на початкових етапах захворювання та для моніторингу змін у легенях у динаміці є метод УЗД грудної клітки (D.O. Foust, 2020).

УЗД показало високу ефективність у диференціюванні хворих із пневмонією, особливо в тих ситуаціях, коли неможливо провести КТ (D. Buon senso, 2020). За даними L. Wuzhu, Z. Shushan та співавт., УЗД легень гарно зарекомендувало себе як приліжковий метод діагностики. Авторами було проведено сліпе рандомізоване дослідження, де були порівняні результати УЗД легень та КТ грудної клітки у пацієнтів із COVID-19. За допомогою УЗД були виявлені такі зміни, як інтерстиціальний набряк легень у 90% та консолидація легеневої тканини у 20% пацієнтів. Чутливість методу ультразвукової оцінки стану легень у пацієнтів із легким, середнім та тяжким перебігом пневмонії складала 68,8, 77,8 та 100% відповідно, специфічність – 85,7, 76,2 та 92,9%, діагностична точність – 76,7, 76,7 та 93,3% відповідно.

Метааналіз, проведений M.A. Pereda, показав, що чутливість УЗД легень щодо виявлення пневмонії становить 96%, специфічність – 93%, а позитивні та негативні коефіцієнти ймовірності – 15,3 та 0,06 (площа під кривою 0,98). Тому було зроблено висновок, що УЗД легень є альтернативним методом візуалізації для діагностики пневмонії у дітей.

Виявлений високий корелятивний зв'язок результатів дослідження УЗД легень із результатами КТ грудної клітки у пацієнтів із пневмонією COVID-19.

За даними P.H. Mayo, у відділеннях реанімації та інтенсивної терапії потрібний постійний моніторинг стану легень, який допомагає у виборі тактики лікування та служить однією з рекомендацій для переключення пацієнта у проно-позицію.

S. Esposito та співавт. провели дослідження, в якому порівняли діагностичну значимість УЗД легень із рентгенографією органів грудної клітки при пневмонії. Авторами показали, що діагностична значимість УЗД легень у порівнянні з рентгенографією за коефіцієнтом Каппа становить 0,64-0,89.

Сьогодні єдиного системного підходу для діагностики пневмонії за допомогою УЗД немає.

У дослідженнях P. Копетті та Л. Каттароссі було запропоновано методику щодо топічної діагностики пневмонії. Авторами розділили кожен геміторах на передню, бічну та задню зони, що, у свою чергу, поділяються на верхні та нижні половини, потім кожна зона сканується за анатомічними лініями. Коли виявляється область патології, проводиться оцінка саме цієї ділянки.

Перевагами УЗД порівняно з КТ є відсутність радіаційного опромінення, можливість проведення процедури біля ліжка хворого, рання діагностика і моніторинг пневмонії COVID-19 у динаміці лікування.

УЗД легень має деякі переваги порівняно з рентгенологічним методом. УЗД є більш чутливим для виявлення невеликих консолидацій, у тому числі піддіафрагмальних, яких не видно на рентгенограмі грудної клітки в прямій проекції без додаткового бокового знімку. Проте за допомогою УЗД легень неможливо побачити консолидації, що не досягають плевральної поверхні, та ущільнення, розташовані у важкодоступних ділянках легень (надключичній, паховій).

Дослідження КТ грудної клітки у пацієнтів із COVID-19 показали, що більшість ущільнень зазвичай локалізовані в периферичних відділах легень, що полегшує їх виявлення за допомогою УЗД (H. Liu, 2020).

Варто зазначити, що результати, представлені в різних дослідженнях щодо визначення ефективності застосування ультразвукового сканування легень, як і інших методів, суттєво залежать від клінічної інтерпретації їх лікарем. Так, у роботі Carlotta Biagi була доведена точність постановки діагнозу пневмонії за допомогою методу УЗД. Якщо розмір

консолидацій був >1 см, специфічність УЗД була вищою, ніж рентгенологічного методу, і становила 98,4% (AUC 0,89). Авторами рекомендують проводити тільки УЗД без рентгенологічного методу, якщо розмір консолидацій більше 1 см.

С.С. Петриковим була проведена робота щодо виявлення діагностичної точності проведення УЗД легень при COVID-19 порівняно з КТ грудної клітки. Ретроспективним методом було досліджено 45 пацієнтів віком 37-90 років. Усім пацієнтам було виконано УЗД обстеження з оцінкою 14 зон, що відповідали топографічним сегментам легень на КТ. Права передня верхня зона на УЗД відповідала S3 сегменту легень на КТ, права передня нижня – S5, права передня середня верхня – S4, права бокова середня нижня – S2, права бокова задня верхня – S6, права задня середня – S6, права задня нижня – S9-10. Ліва передня верхня зона на УЗД відповідала S3 сегменту легень на КТ, ліва передня нижня – S5, ліва передня середня верхня – S2-3, права бокова середня нижня – S8, права бокова задня верхня – S3, права задня середня – S6, права задня нижня – S9-10. Ехограми легень порівнювалися з даними КТ за такими критеріями, як поширеність процесу і характер структурних змін. Було виявлено, що ураження 10-11 зон по УЗД відповідало ураженню 1-2 ступеня згідно з КТ, ураження 13-14 зон – ураженню 3-4 ступеня згідно з КТ. Авторами зробили висновок, що чутливість УЗД у виявленні патологічних змін різного характеру у легенях складає ≥92%. Найбільша чутливість 97,9% (95% ДІ: 92,8-99,8%) визначена для дрібних консолидацій на тлі інтерстиціальних змін. Специфічність методу УЗД залежала від характеру змін у легенях і становила від 46,7 до 70%, а діагностична точність була ≥81%. Максимальні показники специфічності були 90,6% (95% ДІ: 85,6-94,2%) для помірних інтерстиціальних змін (ступінь Іа), які відповідають «матовому склу» (перший тип) за даними КТ. Проте обмеженнями для застосування методу УЗД є відсутність можливості чітко визначити поширеність процесу і виявляти центрально розташовані зони зміни легеневої тканини.

У літературі є дані про те, що чутливість, специфічність та точність УЗД порівняно з КТ грудної клітки зростають із вираженістю проявів пневмонії, викликані SARS-CoV-2. Деякі автори вказують на здатність УЗД виявляти саме динамічні зміни, пов'язані з пневмонією COVID-19.

За іншими даними, УЗД при COVID-19 дешо збільшує ризик зараження через близькість лікаря до пацієнта.

Важлива роль УЗД полягає в оцінці розміру та об'єму випоту у плевральній порожнині. Однак за деякими даними, плеврит є рідкісною знахідкою при пневмонії COVID-19 у дітей.

Враховуючи усе вищезазначене, можна зробити висновок, що головними перевагами УЗД є доступність та швидкість дослідження, висока інформативність, можливість неодноразового повторення процедури для уточнення діагнозу, моніторингу перебігу захворювання, а також можливість проведення скринінгових обстежень для профілактики і раннього виявлення патології. Однак існують візуальні обмеження для застосування методу УЗД, а саме – відсутність можливості чітко визначити поширеність процесу і виявити центрально розташовані зони ураження легеневої тканини. В останні роки широкого застосування набувають методи діагностики, що базуються на використанні в якості носія інформації механічних, зокрема акустичних, коливань без зовнішнього опромінення. Джерелом акустичних коливань виступає пацієнт.

У теперішній час респіраторна акустика є перспективним науковим напрямом. Основними його завданнями є розробка теорії розповсюдження і генерації звуку в легенях та створення об'єктивних акустичних методів, що можуть покращити діагностику захворювань, зокрема пневмоній.

У дитячій пульмонології використовують метод пульмофонографії (A.I. Dyachenko, 2020). На частотах 80-120 Гц вимірюють потужність звуку, що проходить від рота до грудної клітки. Метою пульмофонографічного дослідження є визначення локальної вентиляції легень. Аналіз базується на математичній моделі поширення звуку по трахеобронхіальному дереву. Метод ґрунтується на поданні звукового сигналу з однаковою частотою та інтенсивністю у верхні дихальні шляхи пацієнта під час акту дихання і подальшому вимірюванні змін амплітуди звуку, що повертається в процесі дихання. Методика заснована на факті амплітудної модуляції звукових коливань у процесі дихання. Разом з тим, широкого впровадження цей метод не отримав через неможливість перевірити та правильно обробити інформацію. Для інтерпретації даних потрібні складніші математичні моделі, що будуть враховувати піддатливість стінок бронхів і поширення звуку по легеневій тканині.

Наразі моделювання поширення звуку в легенях проводять цифровими методами із застосуванням акустичних моделей, які використовуються для побудови акустичних зображень легень. При акустичних методах діагностики дихальні шуми реєструються в певних точках над легенями за допомогою електретних мікрофонів. При цьому сигнали посилюються, фільтруються й оцифровуються з подальшим математичним аналізом даних.

Дихальні шуми в нормі та патології мають низку характеристик, що ускладнює проведення їх аналізу за допомогою єдиного методу. Через те в роботах частіше розглядається тільки один тип шумів і застосування таких діагностичних методів не набуло широкого розповсюдження в лікувальній практиці.

На теперішній час комп'ютерний аналіз дихальних шумів показав себе перспективним інструментом діагностики легених захворювань.

У пульмонології використовується метод комп'ютерної фоноспірографії, який візуалізує додаткові шуми над легенями. Метод ґрунтується на аналізі та оцінці двовимірних фоноспірограм і визначенні часу повного дихального циклу, тривалості видиху, а також відношення тривалості видиху до часу повного циклу дихання. Перевагами цього методу є покращення діагностики та проведення дослідження без активної участі пацієнта.

У педіатрії метод фонопульмографії набув певного поширення. У роботах О.Б. Синоверської за допомогою комп'ютерної фоноспірографії проводилося вивчення відхаркувального фітопрепарату в комплексній терапії у дітей із гострим бронхітом (40 дітей віком від 3 до 16 років). Авторами за допомогою комп'ютерного чотирьохканального комплексу «КоРА-03М1» проводили оцінювання тривалості дихального циклу, частотного діапазону та інтенсивності вдиху і видиху в динаміці лікування. У результаті дослідження було виявлено, що у дітей із гострим простим бронхітом спостерігається збільшення частотного діапазону вдиху та видиху, а також відображаються додаткові спектральні зміни при наявності сухих та вологих хрипів.

В.Г. Майданник та співавт. також проводили вивчення дихальних шумів на основі методу комп'ютерної фоноспірографії (комп'ютерний чотирьохканальний комплекс «КоРА-03М1»). Цей комплекс застосовується для діагностики стану бронхолегеневої системи людини та проводить електронну аускультацию за допомогою 4 датчиків, що фіксуються на грудній клітці. Комплекс «КоРА-03М1» дозволяє визначити тип дихання та дати оцінку патологічним шумам. Усі дані записуються та зберігаються, що дає можливість повторного прослуховування файлів. Прилад складається з рухомої технологічної стійки з датчиками та робочого місця лікаря. Отримані сигнали візуалізуються на моніторі комп'ютера у вигляді фоноспірограм, які оцінюються лікарем. Обмеженнями цього методу дослідження є низька мобільність установки через великі габарити самого приладу. Електронна аускультация проводиться за допомогою тільки 4-х фіксованих датчиків. Це знижує можливість виявлення запальних змін у невеликих ділянках легень і обмежує топічну діагностику. Крім того, багаторазове використання датчиків неможливе в умовах пандемії COVID-19. Під час дослідження пацієнт повинен стояти чи сидіти, що унеможливає використання приладу для пацієнтів у тяжкому стані.

Розшифровка результатів фоноспірограм здійснюється лікарем, що може суб'єктивно вплинути на результат. Тому створення повністю автоматизованої системи контролю та оцінки дихальних шумів є актуальним завданням.

Медичне діагностичне обладнання, яке зараз використовується для отримання акустичної інформації через електронні системи, не пристосоване до вимог пандемії, оскільки потребує особливих методів дезінфекції. Також зараз гостро постала проблема ранньої діагностики запальних змін у легенях, що можна визначити за допомогою акустичного методу. Це важливо для діагностики у дітей пневмонії на ранніх стадіях захворювання, при безсимптомному або блискавичному перебігу захворювання або коли ураження ділянка легень знаходиться за ребром.

Нами та провідними спеціалістами Національного авіаційного університету розроблений експериментальний зразок пристрою акустичного спостереження для діагностики дихальних шумів над легенями. Такий пристрій у період пандемії COVID-19 полегшить діагностику захворювання, допоможе локалізувати зони ураження легень, провести акустичний моніторинг легень, у тому числі й дистанційно. Метод передбачає автоматизовану систему контролю та оцінки дихальних шумів із повним виключенням людського фактору і з можливістю математичної обробки даних. Аналіз дихальних шумів проводиться за допомогою таких математичних методів, як авторегресія, дискримінантний аналіз, вейвлет-аналіз. Останній є перспективним методом виявлення нестационарних сигналів. Наразі проводяться дослідження для подальшого удосконалення приладу і методики обстеження. Також ми робимо дослідження пацієнтам із пневмонією за допомогою нових акустичних методів діагностики.

Сьогодні існує широкий спектр інструментальних методів дослідження дихальної системи, що дозволяють точно встановлювати діагноз, але мають певні обмеження у використанні в клінічній практиці, зокрема у педіатрії. Перспективною є розробка нових акустичних методів, що мають високу діагностичну цінність, відсутність додаткового опромінення та протипоказань.