

УДК 616.12-008

А. В. ЖАДАН, О. В. РАДЧЕНКО

/Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Харків, Україна/

Ультразвукове дослідження легень у хворих із серцевою недостатністю

Резюме

Наявність легеневого застою у пацієнтів із серцевою недостатністю може бути швидко і якісно діагностована за допомогою ультразвукового дослідження легень. Використання цієї методики при серцевій недостатності схвалено Європейською асоціацією серцево-судинної візуалізації. У статті розглянуто можливості використання ультразвукового дослідження легень при серцевій недостатності.

Ключові слова: серцева недостатність, ультразвукове дослідження легень

Уже понад 20 років ультразвукове дослідження легень (УЗДЛ) використовується у відділеннях інтенсивної терапії та невідкладної допомоги як інструмент для оцінки пацієнтів із гострою задишкою. Цей метод набув популярності як швидкий огляд на місці надання медичної допомоги, що дозволяє відповісти на ключові клінічні питання.

За останнє десятиліття кардіологічна спільнота визнала потенціал УЗДЛ та рекомендує його використання у діагностиці та лікуванні пацієнтів із серцевою недостатністю (СН). Важливість розпізнавання та лікування легеневого застою є наріжним каменем у веденні пацієнтів із СН. УЗДЛ – це високочутливе обстеження на місці для виявлення легеневої деаерації внаслідок позасудинної рідини в легенях.

Комплексне серцево-легеневе УЗД, ймовірно, стане етальонним обстеженням при СН. Цей підхід дозволяє визначити етіологію СН через оцінку структури та функції серця за допомогою ехокардіографії, тоді як УЗДЛ забезпечує оцінку легеневого застою. Крім того, це полегшує виключення інших станів, які можуть імітувати або поєднуватись з СН (наприклад, пневмонія, гостре ураження легень/гострий респіраторний дистрес-синдром (ГРДС), пневмоторакс).

В-лінії та плевральний випіт

У повністю аерованих легенях єдина анатомічна структура, яка візуалізується – це плевра, яка виглядає як гладка гіперехогенна горизонтальна лінія, яка рухається синхронно з диханням. Ця лінія називається «плевральна лінія», а її рух є «ковзанням легень», що забезпечує візуальну оцінку порушення екскурсії легень під час вентиляції. Сонографічна картина аерованої легені також включає паралельні, гіперехогенні, горизонтальні лінії, які можна спостерігати через рівні проміжки від плевральної лінії – А-лінії (рис. 1, рис. 2).

Якщо вміст повітря в легені зменшується, а щільність легень збільшується, виникають артефакти вертикальної реверберації (В-лінії).

В-лінії походять з плевральної лінії і рухаються синхронно з диханням, мають лазероподібну форму та простягаються до нижньої частини сектора сканування.

У пацієнтів із серцевою недостатністю та набряком легень кількість візуалізованих В-ліній збільшується. Це пов'язано зі зменшенням співвідношення вмісту повітря/води.

В-лінії не є специфічними для кардіогенного набряку легень і можуть бути виявлені у пацієнтів із серцевою недостатністю та

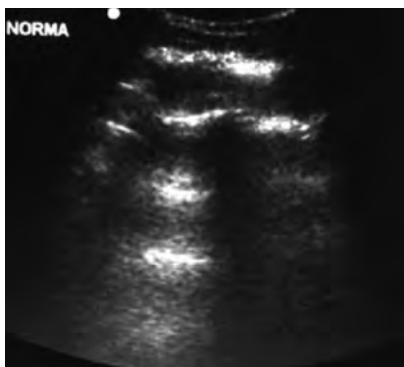


Рис. 1. Міжреберний проміжок з візуалізованою лінією плеври та множинними А-лініями

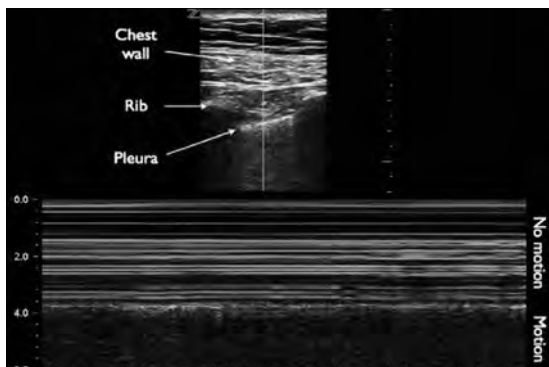


Рис. 2. Нормальна легеня в М-режимі. Зображення з використанням М-режиму демонструє нормальну легеню: ознака «морського узбережжя»

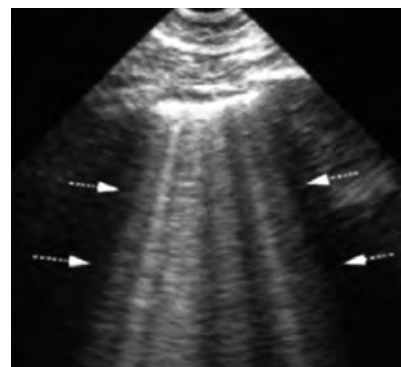


Рис. 3. Міжреберний проміжок із візуалізованими множинними В-лініями

некардіогенним набряком легень, при термінальній стадії ниркової недостатності, гострому ураженні легень / ГРДС, при легеневому фіброзі (інтерстиціальному захворюванні легень) та інтерстиціальній пневмонії (рис. 3, 4, 5).

За допомогою УЗДЛ можна легко виявити плевральний випіт, який візуалізується як гіпоехогенна / анехогенна структура, наявна незалежно від циклу дихання.

При виявленні плевральних випотів УЗДЛ більш чутливе, ніж рентгеноскопія, дозволяє визначити об'єм плевального випоту та відстежувати його зміни при динамічному спостереженні. УЗДЛ також може надати інформацію про ймовірний характер випоту та допомогти визначити оптимальне місце для торакоцентезу.

Інші сонографічні ознаки затримки рідини

Патофізіологія застійних явищ при СН включає стадії гемодинамічного, легеневого та системного застою.

Традиційна ехокардіографія надає індикатори гемодинамічного застою, які включають розширення лівого передсердя, високе співвідношення E/e' , підвищений систолічний тиск у легеневій артерії та розширення нижньої порожнистої вени. В-лінії на УЗДЛ є ознакою легеневого застою (збільшення екстраваскулярної рідини в легенях) внаслідок лівошлуночкової СН.

Хронічне перенавантаження великого кола зрештою призводить до підвищення тиску в правому передсерді та збільшення діаметра НПВ. НПВ менше 21 мм, яка колабує >50 % на вдиху, свідчить про нормальний тиск у правому передсерді. Збільшений діаметр НПВ може свідчити про збільшення внутрішньосудинного об'єму, передуює появі симптомів або збільшенню маси тіла і передбачає високий ризик повторної госпіталізації та смерті у пацієнтів із гострою або хронічною СН.

Інші сонографічні ознаки деаерації

Коли вміст повітря в легенях критично зменшується (зони легеневої консолидації) паренхіму легені можна візуалізувати як гіпоехогенний або тканинний малюнок. Ущільнення можуть бути різної етіології та мати різний ехографічний вигляд. Компресійні ателектази часто трапляються у хворих на СН; великий кардіогенний плевральний випіт викликає пряме стиснення паренхіми легень.

Іноді фокальний інтерстиціальний синдром (тобто множинні В-лінії лише в одній ділянці грудної клітки) може свідчити про пневмонію.

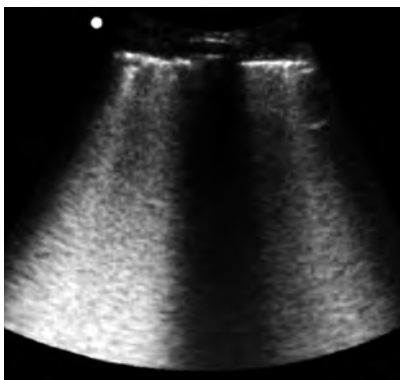


Рис. 4. В-профіль тяжкого ступеня

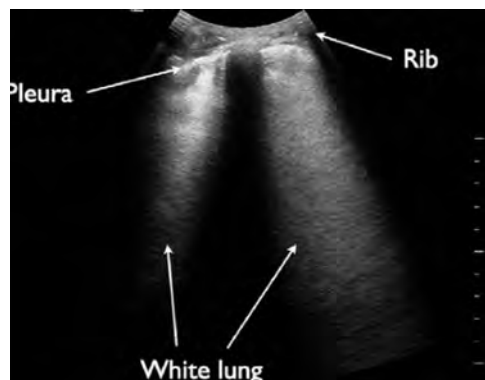


Рис. 5. Тяжкий набряк легень. «Біла легеня»

УЗДЛ при СН: методика

Існує декілька протоколів УЗДЛ з різною кількістю досліджуваних ділянок грудної клітки («зон»), що підлягають обстеженню: від 4 до 28. Нині восьмизонний протокол сканування використовується найширше, врівноважуючи потребу в простоті, точності та швидкості (рис. 6).

Для візуалізації можна використовувати датчики з різним діапазоном частот (4–12 МГц), з вищою частотою – для оцінки поверхневих структур легеневої паренхіми (слайдинг легені або інші ознаки пневмотораксу), з низькою частотою (конвексні датчики) – для оцінки більш глибоких тканин легені (консолідація та плевральний випіт). При положенні пацієнта на спині ви можете оцінити передні та латеральні відділи легень; для оцінки задніх відділів необхідно повернути пацієнта на бік. При встановленні датчика у міжреберному проміжку з орієнтацією маркера до голови пацієнта ребра мають вигляд двох анехогенних тіней, а між ними визначається гіперехогенна лінія – плевра, на межі м'яких тканин грудної клітки та легеневої паренхіми. Повітря, що в нормі міститься у легені, зупиняє проходження УЗ-хвилі далі від плеври, і тому зображення легені є комбінацією артефактів:

А-лінії: горизонтальні, на однаковій відстані, гіперехогенні лінії, що є нерухомим віддзеркаленням плеври. У більшості нормальних легень вони є єдиним артефактом, що візуалізується над легенями.

В-лінії: вертикальні гіперехогенні лінії, що йдуть від плеври до краю УЗ-зображення, їх також називають зображенням «хвоста комети». Основною характерною ознакою В-ліній є поширення від плеври до краю екрана.

При УЗДЛ під час стрес-ехокардіографії часто використовується протокол сканування чотирьох зон, з розміщенням датчика в третьому міжребер'ї по передній пахвовій і середньоплахвовій лініях.

Під час обстеження пацієнти можуть розташовуватися сидячи, напівлежачи або лежачи на спині; при серійних обстеженнях бажано сканувати пацієнта в тому самому положенні.



Рис. 6. Восьмизонна схема сканування

Існує два основні підходи до кількісного визначення В-ліній: на основі балів або підрахунку.

При використанні методу на основі балів наявність В-ліній (зазвичай принаймні три В-лінії) в одній торакальній зоні розцінюється як «позитивна» зона, потім кількість позитивних зон сумується.

Метод на основі підрахунку передбачає підрахунок В-ліній для отримання кількості для кожної грудної зони: В-лінії можна рахувати одну за одною, коли вони зливаються та перекриваються, їх кількість можна оцінити як відсоток простору, який вони займають на екрані під плевральною порожниною, поділений на 10 (тобто якщо ~60 % екрану нижче плевральної лінії зайнято В-лініями, він умовно вважатиметься шістьма В-лініями до максимуму 10 на зону). Треба рахувати В-лінії в найгіршій (менш аерованій/з більшою кількістю В-ліній) точці кожної торакальної зони; кількість В-ліній у кожній зоні сумується, щоб отримати загальну кількість ліній В (рис. 7).

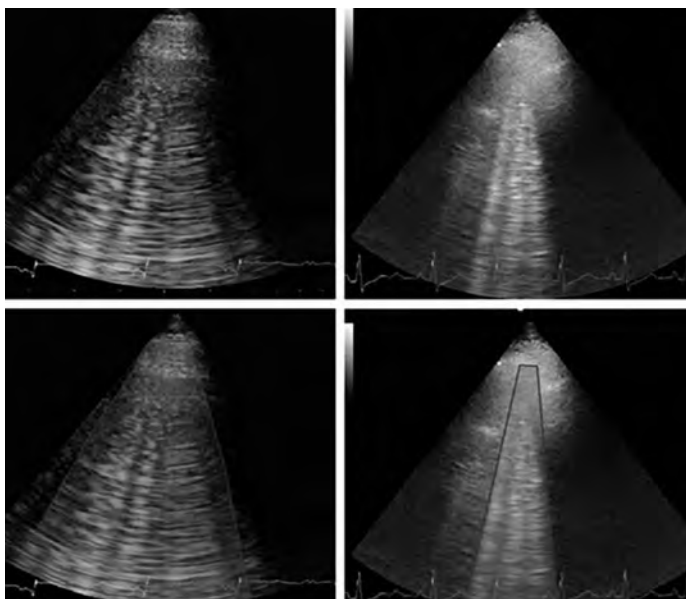


Рис. 7. На малюнках зліва приблизно 90 % площі під плевральною лінією пофарбовано білим = 9 В-ліній; на малюнках справа приблизно 30 % площі під плевральною лінією пофарбовано білим = 3 В-ліній

Клінічне застосування

Гостра серцева недостатність

1. Діагностика: підтвердження / виключення гострої кардіогенної задишки

Типова картина УЗДЛ у пацієнта з гострою серцевою недостатністю та набряком легень – це наявність багатьох (принаймні три В-лінії в одній торакальній зоні), «дифузних» (принаймні дві позитивні зони з кожної сторони) і «білатеральних» В-ліній. Важливо відрізнити цей патерн від присутності кількох В-ліній, особливо якщо вони розташовані біля основи легень, які можна помітити навіть у здорових суб'єктів.

УЗДЛ – швидкий діагностичний тест, який займає <5 хв. Серед хворих, госпіталізованих з гострою задишкою, УЗДЛ продемонструвало високу точність діагностики СН з чутливістю 94–97 % і специфічністю 97 %. УЗДЛ перевершує рентгеноскопію грудної клітки (чутливість 91,8 % проти 76,5 % і специфічність 92,3 % проти 87,0 %), і має

вищу точність, ніж клінічне обстеження, навіть при поєднанні з «традиційними» діагностичними тестами (тобто натрійуретичний пептид та рентген грудної клітки) для діагностики гострої СН.

2. Моніторинг: оцінка деконгестії

Більша кількість В-ліній при госпіталізації з приводу гострої серцевої недостатності пов'язана з більшим ризиком, незалежно від фракції викиду лівого шлуночка (ФВЛШ) та наявності ознак і симптомів СН. Це означає що В-лінії можуть бути потенційно корисними для моніторингу відповіді на терапію СН.

Зміни в В-лініях дуже динамічні, у пацієнтів, які добре відповідають на сечогінну терапію, кількість В-ліній швидко зменшується незалежно від етіології гострої СН. Дані серійного УЗДЛ можна використовувати для підбору діуретичної терапії, що призводить до швидшої декомпенсації та, потенційно, скорочення тривалості перебування в лікарні. Динаміку змін плеврального випоту, пов'язану з терапією СН, також можна оцінювати за допомогою УЗДЛ без опромінення пацієнтів.

3. Прогноз: визначення термінів виписування

До 45 % пацієнтів, госпіталізованих із гострою серцевою недостатністю, госпіталізуються повторно або помирають протягом 12 місяців після виписування. Особливо високий ризик мають хворі з легеневим застоєм на момент виписування.

Пацієнти з великою кількістю В-ліній при виписуванні мають більший ризик повторної госпіталізації або смерті.

УЗДЛ може виявити субклінічний легеневий застій до виписування пацієнтів із СН незалежно від фракції викиду, і визначити тих, хто має більший ризик несприятливих результатів.

Використання УЗДЛ може бути доречним у пацієнтів із гострою задишкою, щоб підтвердити або виключити набряк легень при підозрі на гостру лівошлуночкову СН. Використання УЗДЛ може бути корисним для виявлення стійкого легеневого застою перед виписуванням у хворих, госпіталізованих з гострою СН, для виявлення хворих із більш високим ризиком повторної госпіталізації або смерті.

Хронічна серцева недостатність

Під час спостереження: призначення діуретичної терапії

Рекомендації ESC 2021 не рекомендують серійну ехокардіографію або оцінку В-ліній у амбулаторних пацієнтів із серцевою недостатністю, за винятком випадків погіршення стану.

Однак у більшості пацієнтів декомпенсація тривалий час може бути безсимптомною і часто розпізнається лише на етапі застійних змін, які вимагають невідкладного лікування. Таким чином, УЗДЛ потенційно може бути реалізовано в рутинній клініці обстеження амбулаторних пацієнтів для раннього виявлення субклінічної декомпенсації.

У одноцентровому сліпому рандомізованому клінічному дослідженні стратегія, керована УЗДЛ, значно покращила комбіновану кінцеву точку: терміновий візит до лікаря, повторна госпіталізація та смерть через 6 місяців після гострого епізоду СН.

Під час стрес-ехокардіографії

УЗДЛ можна легко виконати під час тестування з фізичним навантаженням, включаючи стрес-ехокардіографію.

Гемодинамічні дослідження також показують, що гострий розвиток легеневого застою під час стресу пов'язаний зі збіль-

шенням гідростатичного тиску в легневих капілярах і системною венозною гіпертензією. Отже, УЗДЛ під час фізичного навантаження може кількісно визначити вторинний легневий застій.

Виявлення більшої кількості В-ліній на піку фізичного навантаження пов'язано з більшим ризиком госпіталізації та смерті пацієнтів із СН незалежно від ФВ.

УЗДЛ може доповнювати стандартне тестування з фізичним навантаженням для покращення діагностики СН і стратифікації ризиків.

У пацієнтів із шоком / гіпотензією

УЗДЛ може надати життєво важливу інформацію в поєднанні з ехокардіографією при виявленні причини гіпотензії та різних видів шоку. При гіповолемічному шоку наявність нормального патерну УЗДЛ підтверджує наявність «сухих» легень, що має дуже високий негативний прогноз для виключення кардіогенної причини гіпотензії. Пацієнти з кардіогенним шоком унаслідок лівошлункової недостатності або мітральних/аортальних вад серця мають застійні зміни в легенях, які проявляються на УЗДЛ у вигляді множинних, дифузних і двосторонніх В-ліній, асоційованих з правильною плевральною лінією.

У пацієнтів з пневмотораксом УЗДЛ має вищу діагностичну чутливість (88 % проти 52 %) та специфічність (99 % проти 100 %), ніж рентгеноскопія. Поєднання відсутності ковзання легень (знак штрих-коду в М-режимі), відсутність В-ліній і наявність точки легені (точка переходу між патерном УЗДЛ із ковзанням легень і без ковзання легень) припускає пневмоторакс як причину шоку або гіпотензії. Візуалізація нормального патерну УЗДЛ в комбінації з ознаками тромбозу глибоких вен може свідчити про емболію легеневої артерії, особливо в поєднанні з дилатацією і дисфункцією ПШ. Крім того, наявність трикутних/полігональних гіпоехогенних периферичних консолідацій з чіткими краями є ознакою інфарктів легень.

При септичному шоці легені є частим джерелом сепсису внаслідок лобарної пневмонії, яка може бути діагностована за допомогою УЗДЛ з високою чутливістю, через візуалізацію консолідацій із прилеглим плевральним випотом або без нього.

Також В-лінії в легенях можуть спостерігатись при ГРДС унаслідок септичного шоку екстрапульмонарного походження. УЗДЛ може бути корисним у сфері моніторингу аерації/деаерації, оцінки прогресування захворювання та поєднанні з гострим ураженням легень / ГРДС (включаючи пневмонію COVID-19).

Summary

Ultrasound of the lungs in patients with heart failure

A.V. Zhadan, O. V. Radchenko

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

The presence of pulmonary congestion in patients with heart failure can be quickly and qualitatively diagnosed with the help of ultrasound examination of the lungs. The use of this technique in heart failure is approved by the European Association of Cardiovascular Imaging. The article discusses the possibilities of using ultrasound examination of the lungs in heart failure.

Key words: heart failure, ultrasound examination of the lungs

Висновки

УЗДЛ – це простий в освоєнні, швидкий і універсальний засіб діагностики. В-лінії на УЗДЛ є сонографічною ознакою часткової деаерації легень, які можна виявити у пацієнтів із СН, забезпечуючи напівкількісну оцінку інтерстиціального набряку легень.

Сонографічні В-лінії корисні для діагностики, моніторингу та прогностичної оцінки хворих на СН. Тому важливо використовувати рутинну оцінку В-ліній і плеврального випоту при стандартному трансторакальному ехокардіографічному обстеженні пацієнтів з підозрою або підтвердженою СН.

Додаткова інформація. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Список використаної літератури

1. Control of Anticoagulation With Warfarin or Acenocoumarol in Spain. Do They Differ? / Vivencio Barrios, Carlos Escobar, Luis Prieto [et al.] // Rev Esp Cardiol. – 2015. – Vol. 68. – P. 1181–1182.
2. Alec Vahanian. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease / Alec Vahanian // European Heart Journal. – 2022. – Vol. 43. – P. 561–632 <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab395>
3. Жадан А. В. Обзор рекомендаций Европейского товариства кардиологов с питань ведення пацієнтів із клапанными вадами сердца / А. В. Жадан // Ліки України. – 2022. – № 1 (257). – С. 37–44. [https://doi.org/10.37987/1997-9894.2022.1\(257\).264302](https://doi.org/10.37987/1997-9894.2022.1(257).264302)
4. Dabigatran versus warfarin in patients with mechanical heart valves / J. W. Eikelboom, S. J. Connolly, M. Brueckmann [et al.] // N. Engl. J. Med. – 2013. – Vol. 369. – P. 1206–1214.
5. 2017 EACTS Guidelines on perioperative medication in adult cardiac surgery / M. Sousa-Uva, S. J. Head, M. Milojevic [et al.] // Eur. J. Cardiothorac Surg. – 2018. – Vol. 53. – P. 5–33.
6. Oral vitamin K versus placebo to correct excessive anticoagulation in patients receiving warfarin: a randomized trial / M. A. Crowther, W. Ageno, D. Garcia [et al.] // Ann Intern Med. – 2009. – Vol. 150. – P. 293–300.
7. ESC Working Group on Thrombosis. Management of antithrombotic therapy after bleeding in patients with coronary artery disease and/or atrial fibrillation: expert consensus paper of the European Society of Cardiology Working Group on Thrombosis / Halvorsen S, Storey R.F., Rocca B. [et al.] // Eur Heart J. – 2017. – Vol. 38. – P. 1455–1462.
8. Perioperative bridging anticoagulation in patients with atrial fibrillation / J. D. Douketis, A. C. Spyropoulos, S. Kaatz [et al.] // N. Engl. J. Med. – 2015. – Vol. 373. – P. 823.
9. Comparison of warfarin versus antiplatelet therapy after surgical bioprosthetic aortic valve replacement / C. Christersson, S. K. James, L. Lindhagen [et al.] // Heart. – 2020. – Vol. 106. – P. 838.
10. Antithrombotic therapy after bioprosthetic aortic valve implantation: warfarin versus aspirin, a randomized controlled trial / S. Rafiq, D. A. Steinbruchel, N. B. Lillor [et al.] // Thromb Res. – 2017. – Vol. 150. – P. 104–110.
11. Meta-analysis comparing single versus dual antiplatelet therapy following transcatheter aortic valve implantation / F. Maes, E. Stabile, G. P. Ussia [et al.] // Am. J. Cardiol. – 2018. – Vol. 122. – P. 310–315.
12. Aspirin with or without clopidogrel after transcatheter aortic-valve implantation / J. Brouwer, V. J. Nijenhuis, R. Delewi [et al.] // N. Engl. J. Med. – 2020. – Vol. 383. – P. 1447–1457.

Проект «Післядипломне навчання на сторінках журналу «Ліки України»

Випуск 1/2025

Фах: кардіологія

Модератор: кафедра кардіології, лабораторної та функціональної діагностики Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

Термін відправлення відповідей: протягом одного місяця з дати отримання журналу
Надсилати лише оригінали тестів

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В. Н. КАРАЗІНА

Анкета учасника проекту «Післядипломне навчання на сторінках журналу «Ліки України»

1. ПІБ _____
Прізвище, ім'я, по батькові

2. Лікарська атестаційна категорія (на даний момент) _____

3. Професійні дані

Спеціальність _____ Звання _____ Посада _____

Останнє удосконалення (вид) _____ Останнє удосконалення (років) _____

4. Місце роботи

Повна назва закладу _____

Повна адреса закладу _____

Відомча належність (підкреслити): МОЗ, МШС, МО, СБУ, МВС, АМН, ЛОО або ін. _____

5. Домашня адреса

Індекс _____ Область _____ Район _____ Місто _____

Вулиця _____ Будинок _____ Корпус _____ Квартира _____

6. Контактні телефони

Домашній _____ Робочий _____ Мобільний _____

7. E-mail _____

Особистий підпис _____

Я, _____ (П.І.Б.), даю свій дозвіл на обробку моїх, вказаних вище, персональних даних відповідно до сформульованої в анкеті (учасника проекту) мети

_____ Ваш підпис

Правила відповідей на тести:

Позначаєте правильну відповідь на запитання.

Ви можете вказати один або декілька правильних варіантів відповідей.

Журнал «Ліки України» Ви і Ваші колеги можуть придбати:

1. Шляхом передплати через Укрпошту (передплатний індекс 40543).
2. На медичних заходах, де представлено журнал «Ліки України».
3. За сприяння представників фармацевтичних компаній, з якими Ви співпрацюєте.

Тестові питання для самоконтролю

1. Як інтерпретувати наявність А-лінії на УЗД легень?

- а) нормальний результат, але не виключає пневмоторакс;
- б) аномальна знахідка, виключає пневмоторакс;
- с) аномальна знахідка, не виключає пневмоторакс.

2. Що характерно для В-ліній?

- а) як і А-лінії, є ознакою здорової легені;
- б) вертикальні гіперехогенні лінії, що йдуть від плеври до краю;
- с) горизонтальні гіперехогенні лінії, що йдуть від плеври до краю.

3. Яка УЗД ознака вважається специфічною для пневмотораксу?

- а) наявність точки легені;
- б) В-лінії;
- с) А-лінії.

4. У пацієнтів із серцевою недостатністю та набряком легень кількість візуалізованих В-ліній:

- а) зменшується;
- б) В-лінії відсутні;
- с) збільшується.

5. Плевральний випіт візуалізується як:

- а) гіпоехогенна /анехогенна структура, наявна незалежно від циклу дихання;
- б) гіперехогенна структура, наявна незалежно від циклу дихання;
- с) велика кількість візуалізованих В-ліній.

6. Найширше використовуваний протокол сканування:

- а) 4-зонний;
- б) 28-зонний;
- с) 8-зонний.

7. УЗДЛ у діагностиці застійних змін в легенях:

- а) УЗДЛ не перевершує рентгеноскопію грудної клітки;
- б) УЗДЛ перевершує рентгеноскопію грудної клітки;
- с) УЗДЛ поступається рентгеноскопії грудної клітки.

8. Пацієнти з великою кількістю В-ліній при виписуванні:

- а) мають більший ризик повторної госпіталізації або смерті;
- б) мають позитивний прогноз;
- с) потребують проведення коронарографії.

9. При гіповолемічному шоці наявність нормального патерну УЗДЛ:

- а) підтверджує наявність набряку легень;
- б) підтверджує наявність «сухих» легень;
- с) підтверджує наявність кардіогенного шоку.

10. Наявність трикутних/полігональних гіпоехогенних периферичних консолідацій з чіткими краями є ознакою:

- а) інфарктів легень;
- б) пневмотораксу;
- с) набряку легень.