

## Особенности диагностики нозокомиальной пневмонии после открытых операций на сердце: серия клинических случаев

Калашникова Т. П., Зиновьева А. С., Горчакова М. Б., Зоркальцева О. П., Тимошенко Р. С., Каменщиков Н. О., Завадовский К. В., Бощенко А. А.

**Введение.** До настоящего времени не разработаны диагностические критерии нозокомиальной пневмонии после открытых операций на сердце, чувствительность и специфичность общепринятых критериев не изучена, их наличие может быть обусловлено рядом других причин, связанных с хирургической травмой. Рентгенологическое исследование лёгких не всегда выявляет данное осложнение на фоне послеоперационных изменений органов грудной клетки. Фокусное ультразвуковое исследование лёгких с использованием режима цветного доплеровского картирования представляется перспективным методом верификации пневмонии у данной категории пациентов, не уступающим компьютерной томографии.

**Краткое описание.** Представлены три клинических случая применения ультразвукового исследования, демонстрирующих характерные и нехарактерные для нозокомиальной пневмонии изменения паренхимы лёгких.

**Дискуссия.** Фокусное ультразвуковое исследование лёгких с цветным доплеровским картированием кровотока является информативным и безопасным лучевым методом диагностики пневмонии у пациентов, перенёвших открытое хирургическое вмешательство на сердце.

**Ключевые слова:** коронарное шунтирование, нозокомиальная пневмония, ультразвуковое исследование лёгких, консолидация, цветное доплеровское картирование, системная воспалительная реакция, клинические случаи.

**Отношения и деятельность:** нет.

Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, Томск, Россия.

Калашникова Т. П. – к.м.н., врач клинической фармаколог, с.н.с. лаборатории медицины критических, ORCID: 0000-0003-2078-4490, Зиновьева А. С. – м.н.с. отделения атеросклероза и хронической ишемической болезни сердца, ORCID: 0009-0005-0863-6411, Горчакова М. Б. – м.н.с. лаборатории медицины критических состояний Научно-исследовательского института кардиологии, ORCID: 0000-0001-5024-4415, Зоркальцева О. П. – к.м.н., врач-рентгенолог отделения рентгеновских и томографических методов диагностики, ORCID: 0000-0003-0100-3759, Тимошенко Р. С. – аспирант отделения атеросклероза и хронической ишемической болезни сердца, ORCID: 0009-0002-0984-8166, Каменщиков Н. О. – к.м.н., врач анестезиолог-реаниматолог, зав. лабораторией медицины критических состояний, ORCID: 0000-0003-4289-4439, Завадовский К. В. – д.м.н., зав. отделом лучевой диагностики Научно-исследовательского института кардиологии, ORCID: 0000-0002-1513-8614, Бощенко А. А. – д.м.н., зам. директора по научной работе, ORCID: 0000-0001-6009-0253.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author): Kalashnikova-t@mail.ru

ИБС – ишемическая болезнь сердца, ИВЛ – искусственная вентиляция лёгких, ИК – искусственное кровообращение, КА – коронарные артерии, КТ – компьютерная томография, КШ – коронарное шунтирование, НП – нозокомиальная пневмония, ОГК – органы грудной клетки, ССВР – синдром системной воспалительной реакции, УЗИ – ультразвуковое исследование.

Рукопись получена 05.06.2025

Рецензия получена 18.06.2025

Принята к публикации 22.07.2025



**Для цитирования:** Калашникова Т. П., Зиновьева А. С., Горчакова М. Б., Зоркальцева О. П., Тимошенко Р. С., Каменщиков Н. О., Завадовский К. В., Бощенко А. А. Особенности диагностики нозокомиальной

## Diagnosis of nosocomial pneumonia after open heart surgery: a case series

Kalashnikova T. P., Zinovieva A. S., Gorchakova M. B., Zorkal'tseva O. P., Timoshenko R. S., Kamenshchikov N. O., Zavadovsky K. V., Boshchenko A. A.

**Introduction.** To date, diagnostic criteria for nosocomial pneumonia after open heart surgery have not been developed. The sensitivity and specificity of generally accepted criteria have not been studied, the presence of which may be due to a number of other reasons associated with surgical injury. Chest X-ray does not always reveal this complication due to postoperative chest changes. Focused lung ultrasound with color Doppler mapping seems to be a promising method for verifying pneumonia in this category of patients, not inferior to computed tomography.

**Brief description.** Three cases of ultrasound examination are presented, demonstrating lung parenchyma changes that are characteristic and uncharacteristic for nosocomial pneumonia.

**Discussion.** Focused lung ultrasound with color Doppler mapping is an informative and safe method for diagnosing pneumonia after open heart surgery.

**Keywords:** coronary artery bypass grafting, nosocomial pneumonia, lung ultrasound, consolidation, color Doppler mapping, systemic inflammatory response, clinical cases.

**Relationships and Activities:** none.

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Tomsk, Russia.

Kalashnikova T. P. ORCID: 0000-0003-2078-4490, Zinovieva A. S. ORCID: 0009-0005-0863-6411, Gorchakova M. B. ORCID: 0000-0001-5024-4415, Zorkal'tseva O. P. ORCID: 0000-0003-0100-3759, Timoshenko R. S. ORCID: 0009-0002-0984-8166, Kamenshchikov N. O. ORCID: 0000-0003-4289-4439, Zavadovsky K. V. ORCID: 0000-0002-1513-8614, Boshchenko A. A. ORCID: 0000-0001-6009-0253.

✉Corresponding author: Kalashnikova-t@mail.ru

**Received:** 05.06.2025 **Revision Received:** 18.06.2025 **Accepted:** 22.07.2025

**For citation:** Kalashnikova T. P., Zinovieva A. S., Gorchakova M. B., Zorkal'tseva O. P., Timoshenko R. S., Kamenshchikov N. O., Zavadovsky K. V., Boshchenko A. A. Diagnosis of nosocomial pneumonia after open heart surgery: a case series. **Russian Journal of Cardiology**. 2025;30(10S):6413. doi: 10.15829/1560-4071-2025-6413. EDN: KSXMTD

### Ключевые моменты

- Представленные клинические случаи демонстрируют возможности ультразвукового исследования легких с цветным доплеровским картированием для диагностики нозокомиальной пневмонии после коронарного шунтирования.
- Профиль консолидации легочной ткани размерами >20 мм с усиленным легочным кровотоком наряду с проявлениями синдрома системной воспалительной реакции перспективен в качестве критерия послеоперационной нозокомиальной пневмонией.

### Key messages

- The presented cases demonstrate the potential of lung ultrasound with color Doppler mapping for diagnosing nosocomial pneumonia after coronary artery bypass grafting.
- Lung consolidation >20 mm with increased pulmonary blood flow along with manifestations of systemic inflammatory response syndrome is promising as a criterion for postoperative nosocomial pneumonia.

### Введение

Нозокомиальная пневмония (НП) является самым распространенным инфекционным легочным осложнением после кардиохирургических вмешательств [1-3], запускающим

каскад неспецифических проявлений синдрома системной воспалительной реакции (ССВР). Доказана ведущая роль воспаления в повреждении сосудистой стенки коронарных кондуитов после коронарного шунтирования (КШ), как патофизиологической основы дисфункции шунтов и негативных исходов реваскуляризации миокарда [4]. Развитие НП в послеоперационном периоде у кардиохирургических пациентов сопряжено с сокращением 5-летней выживаемости вдвое [5], поэтому принципиально важной представляется своевременная диагностика и ранее начало лечения осложнения. Самостоятельные диагностические критерии НП после кардиохирургических вмешательств до настоящего времени не разработаны, а чувствительность, специфичность и практическая применимость общепринятых критериев заболевания [6] в данной когорте пациентов ранее не изучались. Характерные лёгочные и системные критерии НП [6] у кардиохирургических пациентов могут быть обусловлены целым рядом иных причин, ассоциированных с операцией (ателектазы, гидро – и пневмоторакс, раневые инфекции, асептическое воспаление, связанное с хирургической травмой) [7].

Обязательным критерием НП является наличие одного из рентгенологических признаков – инфильтрации, консолидации или кавитации [6]. Однако у 10% пациентов с пневмонией изменения на рентгенограммах отсутствуют, при иммунодефиците различного генеза этот процент может достигать 20–30% [6]. Рентгенологическая верификация НП у кардиохирургических пациентов сопряжена с ещё большими трудностями из-за иных структурных изменений органов грудной клетки (ОГК). На 30–72% рентгенограмм ОГК после операции на сердце наблюдаются ателектазы, являющиеся частой причиной нарушения газообмена [8], в 40-85% - плевральный выпот, связанный с синдромом посткардиотомии [9], которые маскируют признаки инфильтрации и консолидации.

В последние годы накапливаются данные о высокой информативности ультразвукового исследования (УЗИ) легких для диагностики патологических изменений лёгких [10-12]. По диагностической точности УЗИ легких не уступает другим лучевым методам исследования [6, 10], приближаясь при ряде патологий к компьютерной томографии (КТ) [6, 13]. После кардиоторакальных операций УЗИ легких позволяет выявить больше легочных осложнений в первые трое суток после вмешательства, чем рентгенография [12]. Ультразвуковыми признаками внебольничной пневмонии являются утолщение плевральной линии с субплевральными консолидациями, консолидации в нижних отделах лёгких с мультифокальными одиночными и сливающимися В-линиями [14]. Исследования, посвящённые УЗИ лёгких при диагностике НП у кардиохирургических пациентов, единичны [15], а работы, посвященные дифференциальной диагностике легочно-ассоциированных осложнений с помощью УЗИ, выполненного по фокусному протоколу, отсутствуют. Мы представляем три клинических случая, демонстрирующих возможности фокусного УЗИ лёгких в диагностике и дифференциальной диагностике НП в послеоперационном периоде у кардиохирургических пациентов.

### **Клинический случай 1**

Пациент Р., 62 лет (рост 168 см, вес 62 кг) поступил в стационар в плановом порядке с диагнозом: ишемическая болезнь сердца (ИБС), стенокардия напряжения, II функциональный класс (ФК). Постинфарктный кардиосклероз (ПИКС) (2018 г, июль 2024 г). Атеросклероз коронарных артерий (КА): стенозы проксимального сегмента правой КА (ПКА) 75%, дистального сегмента ПКА 75%, проксимального сегмента передней нисходящей артерии (ПНА) 85%, среднего сегмента ПНА 60%, I диагональной ветви 50%, проксимального сегмента огибающей артерии (ОА) 95%, первой ветви тупого края (ВТК) 75%, второй ВТК 75%. Хроническая сердечная недостаточность (ХСН) I стадии, ФК II по NYHA. Дислипидемия. Стеноз внутренних сонных артерий с обеих сторон 35%, стеноз обеих бедренных артерий 35%. Не курит.

Результаты эхокардиографии (ЭхоКГ) до операции: гипокинез средних и базальных сегментов нижне-боковой и нижней стенок левого желудочка (ЛЖ). Незначительное снижение глобальной сократительной функции ЛЖ (фракция выброса (ФВ) ЛЖ 51%). Диастолическая дисфункция ЛЖ. Проведено маммарокоронарное шунтирование (МКШ) ПНА, аутовенозное линейное аортокоронарное шунтирование (АКШ) задней межжелудочковой ветви (ЗМЖВ) и ВТК в условиях искусственного кровообращения (ИК). Длительность операции составила 3 часа и 40 минут, время ИК 93 минуты, пережатия аорты 53 минуты, кровопотеря 500 мл. После операции для коррекции анемии перелито 293 мл эритроцитарной массы. В послеоперационном периоде в связи с дыхательной недостаточностью в течение 3 суток находился в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), в течение 1530 минут проводилась инвазивная искусственная вентиляция легких (ИВЛ).

На 7 сутки после операции у пациента появилась лихорадка выше 38 градусов и малопродуктивный кашель, при аускультации сухие рассеянные хрипы над нижними отделами легких с обеих сторон, сатурация крови 94% (на атмосферном воздухе). В крови уровень лейкоцитов в пределах нормальных значений ( $5,58 \times 10^9/\text{л}$ ), умеренное повышение С-реактивного белка (СРБ) до 25 мг/л, СОЭ 33 мм/час. Заподозрена НП, проведено фокусное УЗИ лёгких по 6-точечному протоколу (рис. 1А). В 7 межреберье по лопаточной линии с обеих сторон в проекции нижней доли лёгких выявлено утолщение плевры до 3,5мм, участки субплевральной консолидации с фенокопией воздушной бронхограммы размерами справа 57x34 мм, слева 40x17 мм неоднородной экзогенности с выраженной артерио-венозной васкуляризацией (скорость артериального кровотока 30-60 см/с). Подвижность нижнего края легких снижена. Около зон консолидации с обеих сторон – множественные (от 3 до 7 в поле зрения), в том числе сливные, В-линии. В зонах, удаленных от участков консолидации, над задними, передними и боковыми отделами легких – единичные В-линии. В плевральных полостях жидкость с обеих сторон (справа 260 мл, слева 330 мл) (рис. 1В). Заключение: Участки консолидации с артериальной васкуляризацией в проекции нижних долей лёгких с обеих сторон с мультифокальными сливными В-линиями около них (признак, патогномичный для двусторонней пневмонии), в сочетании с двусторонним легочным интерстициальным синдромом и гидротораксом. Выполнена КТ ОГК (рис. 1С). Выявлено наличие жидкости в плевральных полостях (350 мл справа и 70 мл слева), в нижних отделах с обеих сторон участки коллабирования базальных отделов легких, в проекции 9 и 10 сегментов перибронхиальная инфильтрация с воздушными просветами бронхов, что соответствует двусторонней нижнедолевой пневмонии. В соответствии с национальными рекомендациями [6] была назначена антибактериальная терапия НП с положительной динамикой, на 14 сутки после оперативного вмешательства пациент выписан.

## **Клинический случай 2**

Пациент П., 70 лет (рост 180 см, вес 110 кг) поступил в стационар в плановом порядке с диагнозом: ИБС: стенокардия напряжения III ФК. ПИКС от 17.06.24. Атеросклероз КА: стенозы проксимального сегмента ОА 95%, проксимального сегмента ПНА 70%, проксимального сегмента ПКА 65%, ЗМЖВ 85%, I диагональной ветви 65%, медианной артерии 95%. ХСН I стадии. ФК III по NYHA. Гипертоническая болезнь III стадии, неконтролируемая артериальная гипертензия. Атеросклероз сонных, бедренных артерий. Гипертрофия левого желудочка. Дислипидемия. Ожирение I степени. Риск 4. Индекс курения 50 пачка/лет. ЭхоКГ до оперативного вмешательства: гипокинез верхушечного сегмента передне-перегородочной стенки ЛЖ, базального сегмента нижней стенки ЛЖ. ФВ ЛЖ 57%. Диастолическая дисфункция ЛЖ.

Выполнено хирургическое лечение: МКШ ПНА, АКШ ЗМЖВ и диагональной артерии в условиях ИК. Длительность операции составила 4 часа и 50 минут, время ИК 77 минут,

пережатия аорты 49 минут, кровопотеря 900 мл. Компоненты крови не переливались. Длительность ИВЛ 610 минут, нахождение в ОРИТ 1 сутки. На 3 сутки после операции пароксизм фибрилляции предсердий, купирован инфузией 300 мг амиодарона.

На 4 сутки после операции легочных симптомов нет, появление лихорадки до 38,5 градусов, сатурация крови 96%. В крови лейкоцитоз  $17 \times 10^9/\text{л}$  со сдвигом формулы до юных форм (миелоциты 2%, метамиелоциты 6%, нормобласты 1%), повышение СОЭ до 62 мм/ч и СРБ до 250 мг/л. Выполнено УЗИ лёгких (рис. 2А). По лопаточной линии в 7 межреберье с обеих сторон в проекции нижних долей доли лёгких выявлены участки консолидации размерами справа 16×16 мм, слева 24×19 мм неоднородной эхогенности без васкуляризации, подвижность легких снижена. Около зон консолидации с обеих сторон – множественные (от 3 до 7 в поле зрения) тонкие В-линии. Над передними отделами легких – А-профиль. В плевральных полостях жидкость справа 100 мл, слева 220 мл. Заключение: участки субплевральной консолидации без васкуляризации малых размеров в проекции нижних долей лёгких, двусторонний легочный интерстициальный синдром, гидроторакс. С учетом малого размера зоны консолидации и отсутствия ее васкуляризации картина больше соответствует ателектазам, а не инфильтрации.

Выполнена рентгенография ОГК в прямой и левой боковой проекциях (рис. 2В). В левой плевральной полости определяется жидкость, частично осумкованная, левый купол диафрагмы в заднем отделе на фоне коллабированной легочной ткани не виден, в прикорневой зоне S10 левого легкого вероятно перибронхиальная инфильтрация.

Для уточнения диагноза НП проведена КТ ОГК (рис. 2С). Обнаружена тяжесть подкожно-жировой клетчатки в области послеоперационного шва, единичные пузырьки газа. Средостение не смещено. Сердце не увеличено. Небольшое количество жидкости в полости перикарда вдоль правой латеральной поверхности сердца, толщиной до 6 мм. В плевральных полостях вдоль по задней поверхности лёгких - свободная жидкость, плотностью -8..+12НУ (соответствует трансудату), объемом справа до 250 мл, слева до 350 мл. Задние и наддиафрагмальные отделы S9, S10 с обеих сторон минимально коллабированы жидкостью. Достоверно очаговых изменений, консолидации по типу бронхо-/плевропневмонии, а также по интерстициальному типу, характерному для вирусной пневмонии, не выявлено. Тяж по типу субсегментарного ателектаза в S8 слева. Архитектоника паренхимы сохранена. Заключение: двусторонний гидроторакс, более выраженный слева с коллабированием прилежащих сегментов. Достоверных КТ-признаков пневмонии не выявлено. Ранние КТ-признаки формирования воспалительного инфильтрата малых размеров на уровне электродов временного ЭКС.

После исключения диагноза НП были удалены электроды для временной ЭКС, назначена антибактериальная терапия по поводу инфекционного процесса мягких тканей. На фоне лечения положительная динамика, проявления ССВР купированы, на 17 сутки после операции пациент выписан.

### **Клинический случай 3**

Пациентка П., 65 лет (рост 160 см, вес 85 кг) поступила в плановом порядке с диагнозом ИБС: ПИКС от 23.08.24. Атеросклероз КА: хроническая окклюзия ПКА, стенозы ПНА 85%, ОА 75%, I ВТК 65%, I диагональной ветви 75%. ХСН IIA стадии с умеренно сниженной фракцией выброса левого желудочка (41%). ФК II по NYHA. Гипертоническая болезнь III стадии, неконтролируемое течение артериальной гипертензии. Атеросклероз сонных, бедренных артерий. Дислипидемия. Ожирение I степени. Сахарный диабет 2 типа, достигнутый уровень гликированного гемоглобина 5,58%. Риск 4. Не курит. ЭхоКГ до операции: дилатация левых отделов сердца, умеренная концентрическая гипертрофия ЛЖ. Общая сократимость ЛЖ снижена (ФВ 41%). Акинез верхушки, гипокинез всех сегментов задне-боковой стенки ЛЖ, гипокинез

среднего сегмента передне-перегородочной стенки ЛЖ. Диастолическая дисфункция ЛЖ. Уплотнение створок аортального клапана. Митральная регургитация до 1 степени.

Выполнено МКШ ПНА, АКШ ВТК в условиях ИК. Длительность операции составила 3 часа и 10 минут, время ИК 68 минут, пережатия аорты 40 минут, кровопотеря 800 мл. Компоненты крови не переливались. Длительность ИВЛ 1710 минут, нахождение в ОРИТ 2 суток. Течение послеоперационного периода в целом без осложнений, однако, на 5 сутки после хирургического вмешательства в нижней трети груди образовался дефект кожных покровов между краями раны. При обследовании температура тела в пределах нормальных значений, аускультативно в лёгких дыхание везикулярное, хрипов нет, сатурация крови 97%. В крови лейкоцитоз  $9,16 \times 10^9/\text{л}$ , сдвиг формулы до миелоцитов (1%), СОЭ 31 мм/ч, СРБ 26,4 мг/л.

Выполнено УЗИ лёгких (рис. 3А). По лопаточной линии в 7 межреберье с обеих сторон в проекции нижней доли лёгких визуализируются участки консолидации размерами справа 17,6×24 мм, слева 34×38 мм однородной эхогенности, аваскулярные; подвижность легких незначительно снижена. Около зон консолидации с обеих сторон – множественные тонкие (от 2 до 5 в поле зрения) В-линии. В плевральных полостях жидкость с обеих сторон (справа 120 мл, слева 370 мл). Таким образом, выявлен профиль аваскулярной консолидации нижней доли легких малых размеров, более характерный для ателектазов, двусторонние легочный интерстициальный синдром и гидроторакс.

Проведена КТ ОГК (рис. 3С). Обнаружена жидкость в плевральных полостях (справа 130мл, слева 260мл), частичное коллабирование 9,10 сегментов правого и 8-10 сегментов левого лёгкого, тяжи по типу субсегментарных ателектазов в S5, S8 слева. Нарушение гемодинамики в малом круге кровообращения по смешанному типу (лёгочно-венозная гипертензия 2 степени, лёгочно-артериальная гипертензия 2 ст.). Диагноз пневмонии не подтвердился. Системная антибактериальная терапия не проводилась, пациентка выписана на 9 сутки после КШ (4 сутки после наложения вторичных швов).

## **Обсуждение**

УЗИ лёгких, выполненное по полному протоколу, обладает высокой чувствительностью и специфичностью при диагностике внебольничных пневмоний [16], а неинвазивность, доступность, отсутствие ионизирующего излучения, непосредственное получение результата и возможность частого повторного применения являются несомненными преимуществами метода [6, 17]. Однако широкое распространение он получил только в период пандемии COVID-19 [13]. Крайне мало сведений о диагностической точности УЗИ легких, особенно выполненного по фокусному протоколу, при выявлении НП у пациентов, перенесших операцию на сердце. В статье представлены три клинических случая пациентов с факторами риска НП, у которых на 4-7 сутки после кардиохирургических операций оказались положительными системные и, в 2 случаях, легочные и рентгенологические критерии НП. Во всех случаях при УЗИ легких выявлено утолщение плевры, зоны консолидации и В-линии, рассматривающиеся в качестве ключевых признаков внебольничных пневмоний [14] и оказавшиеся неспецифичными у данной категории пациентов. Ранее в единственном исследовании Dureau и соавт. было показано, что наиболее высокую чувствительность и специфичность (92 и 68%, соответственно) при диагностике пневмоний после кардиохирургических операций демонстрирует признак артериальной гиперемии в участке консолидации, обнаруживаемый в режиме цветного доплеровского картирования (ЦДК), который позволяет рекомендовать замену рентгенографии ОГК на УЗИ легких [15]. Именно режим ЦДК с пределом Найквиста 30 см/с в сочетании с более крупными размерами участков консолидации позволил нам в случае №1 подтвердить диагноз НП, а во втором и третьем случаях исключить его, превзойдя в случае №2

рентгенографию ОГК. С учетом послеоперационной компретации преимущественно нижних участков легких, фокусного исследования со сканированием легких в 6 точках оказалось достаточно для получения диагностической информации.

### Заключение

Фокусное УЗИ легких, выполненное в В-режиме и режиме цветного доплеровского картирования, представляется перспективным, доступным и безопасным методом диагностики и дифференциальной диагностики НП у пациентов, перенёсших открытое хирургическое вмешательство на сердце. Необходима разработка ультразвуковых критериев пневмонии и формирование протоколов с целью более широкого внедрения данного метода в практику.

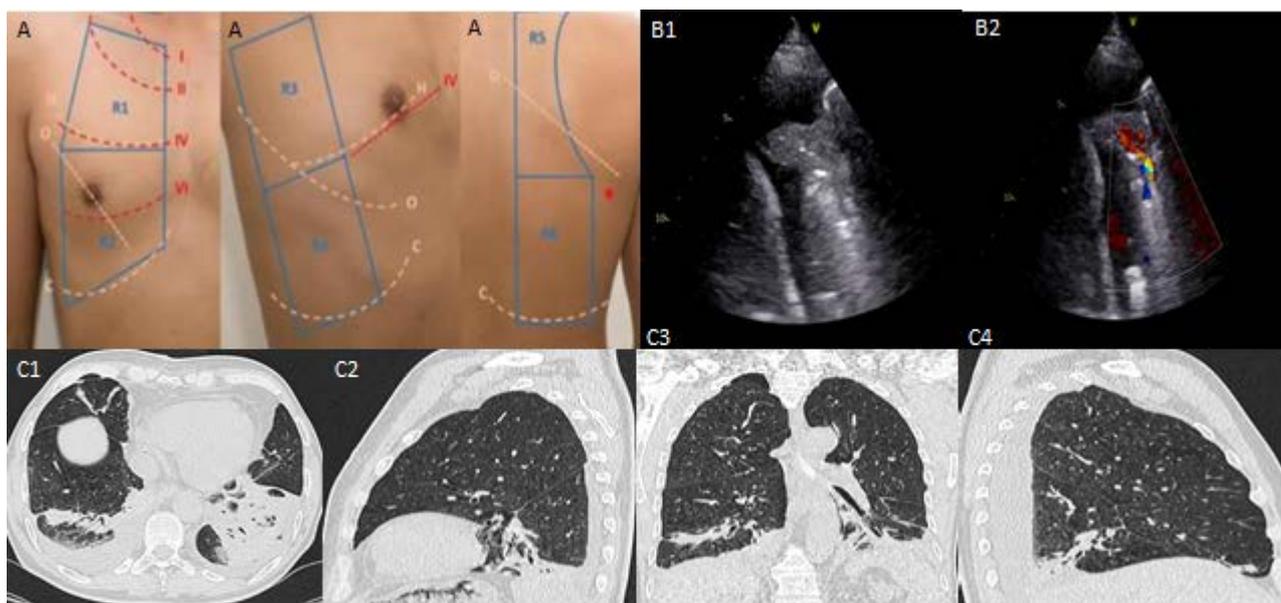


Рисунок 1. Лучевые методы исследования легких пациента Р. А – области ультразвукового сканирования лёгких с использованием 6-точечного протокола, В – УЗИ (В1 – правая задняя нижняя зона, В-режим, В2 – правая задняя нижняя зона, режим ЦДК), С – СКТ ОГК (С1 – аксиальная проекция в легочном окне на уровне базальных сегментов, С2 – сагиттальная проекция в легочном окне левого легкого, С3 – коронарная проекция в легочном окне, С4 – сагиттальная проекция в легочном окне правого лёгкого).

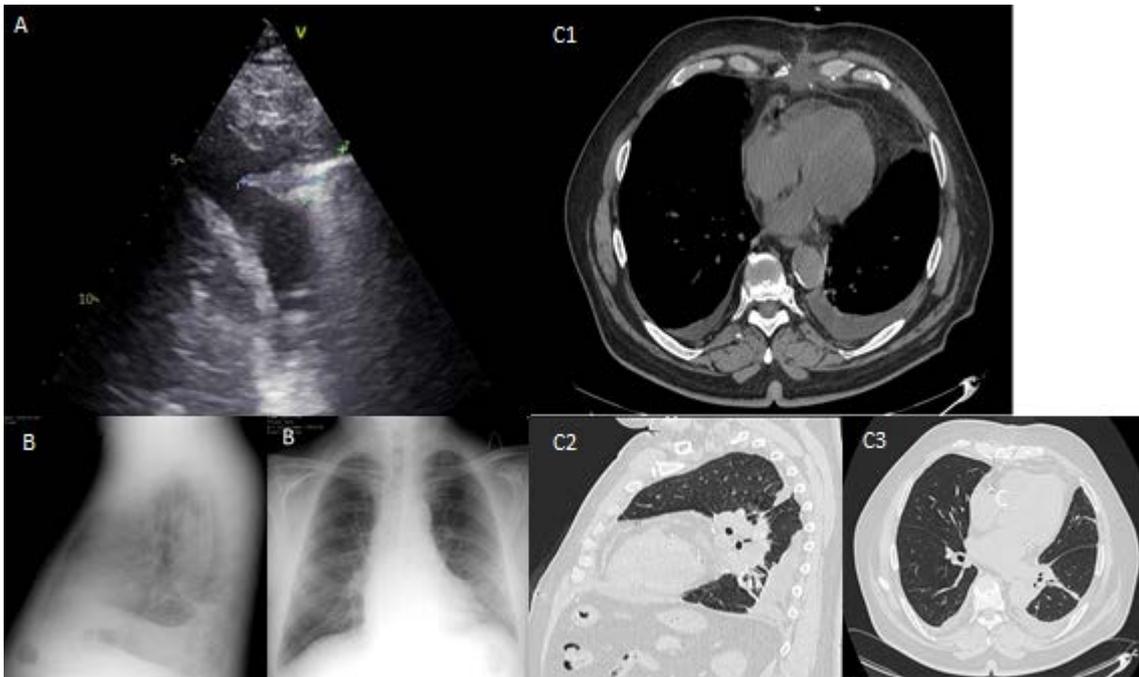


Рисунок 2. Лучевые методы исследования легких пациента П. А – УЗИ (правая задняя нижняя зона, В-режим), В – рентгенография, С – СКТ ОГК (С1 – аксиальная проекция в средостенном окне на уровне мечевидного отростка грудины, С2 – сагиттальная проекция в легочном окне на уровне базальных сегментов левого лёгкого, С3 – аксиальная проекция в легочном окне на уровне левого предсердия).

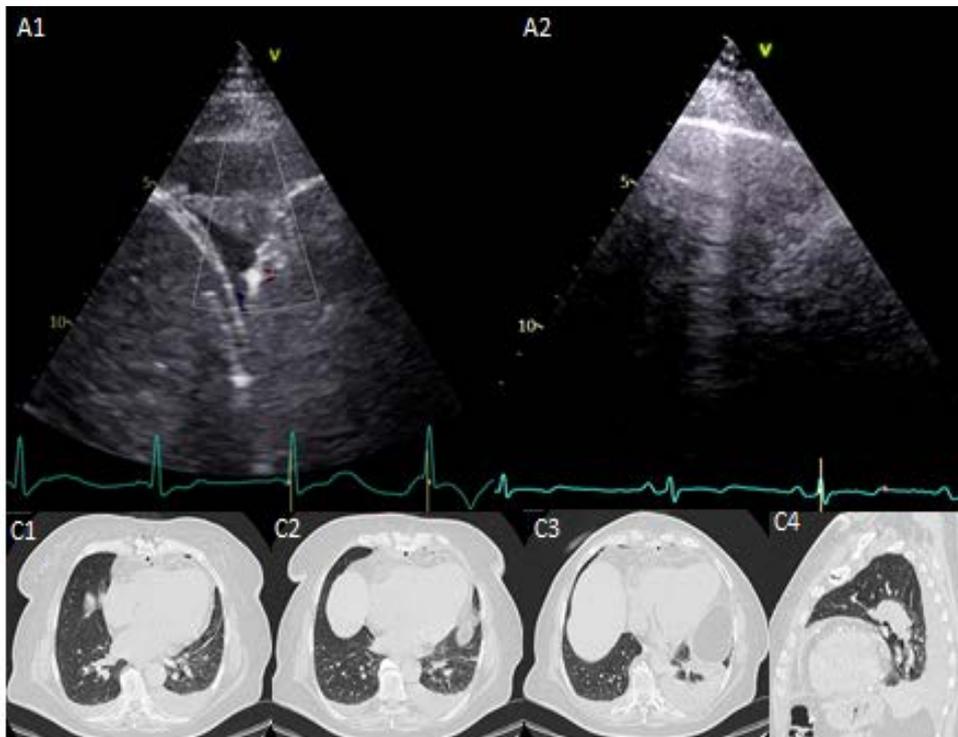


Рисунок 3. Лучевые методы исследования легких пациентки П. А – УЗИ (А1 – правая задняя нижняя зона, В-режим, А2 – правая задняя нижняя зона, режим ЦДК), С – СКТ ОГК (С1, С2, С3 – аксиальные проекции в легочном окне на уровне базальных сегментов, С4 – сагиттальная проекция в легочном окне левого легкого).

**Информированное согласие.** У всех пациентов было получено информированное согласие на публикацию анонимизированных данных.

**Отношения и деятельность:** все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

### Список литературы

1. de la Varga-Martínez O, Gómez-Sánchez E, Muñoz MF. Impact of nosocomial infections on patient mortality following cardiac surgery. *J Clin Anesth.* 2021;69:110104. doi: 10.1016/j.jclinane.2020.110104.
2. Kalashnikova T. P., Podoksenov Yu. K., Kamenshchikov N. O. et al. Prevalence and risk factors for hospital-acquired pneumonia after on-pump cardiac surgery. *Russ J Cardiol.* 2024;29(12):6094. (In Russ.) Калашникова Т. П., Подоксенов Ю. К., Каменщиков Н. О. и др. Распространенность и факторы риска развития нозокомиальной пневмонии после кардиохирургических вмешательств, выполненных в условиях искусственного кровообращения. *Российский кардиологический журнал.* 2024;29(12):6094. doi: 10.15829/1560-4071-2024-6094.
3. Wang D, Lu Y, Sun M. et al. Pneumonia After Cardiovascular Surgery: Incidence, Risk Factors and Interventions. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9:911878. doi: 10.3389/fcvm.2022.911878.
4. Buziashvili Yu.I., Koksheneva I.V., Kamardinov D.Kh. et al. Impact of systemic inflammatory response activation on the risk of coronary conduit dysfunction and the incidence of cardiovascular events after coronary artery bypass grafting. *Russ J Cardiol.* 2025;30(4):6112. (In Russ.) Бузиашвили Ю. И., Кокшенева И. В., Камардинов Д. Х., и др. Влияние активации системной воспалительной реакции на риск развития дисфункции коронарных кондуитов и частоту сердечно-сосудистых осложнений после коронарного шунтирования. *Российский кардиологический журнал.* 2025;30(4):6112. doi:10.15829/1560-4071-2025-6112.
5. Churchill LJ, Tronstad O, Mandrusiak AM. et al. The role of lung ultrasound for detecting atelectasis, consolidation, and/or pneumonia in the adult cardiac surgery population: A scoping review of the literature. *Aust Crit Care.* 2024;37(1):193-201. doi: 10.1016/j.aucc.2023.08.002.
6. Nosocomial pneumonia in adults. Russian national recommendations. Ed. acad. RAS Gelfanda B. R.: Publishing house "Medical Information Agency", 2016. 176 p. (In Russ.) Нозокомиальные пневмонии у взрослых. Российские национальные рекомендации. Под ред. акад. РАН Гельфанда Б. Р.: Издательство "Медицинское информационное агентство", 2016. 176 с. ISBN: 978-5-9986-0284-9.
7. Lugovskaya N.M., Panfilov D.S., Maksimov A.I. et al. Comprehensive lung protection during circulatory arrest in aortic arch surgery. *Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine.* 2021;36(1):109-117. (In Russ.) Луговская Н.М., Панфилов Д.С., Максимов А.И. и др. Комплексная защита легких в период циркуляторного ареста при операциях на дуге аорты. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины.* 2021;36(1):109-117. doi: 10.29001/2073-8552-2021-36-1-108-116
8. Tanner TG, Colvin MO. Pulmonary Complications of Cardiac Surgery. *Lung.* 2020;198(6):889-896. doi: 10.1007/s00408-020-00405-7.
9. Laura Sommer Hansen, Vibeke Elisabeth Hjortdal, Carl-Johan Jakobsen et al. Early, dedicated follow-up and treatment of pleural effusions enhance the recovery rate after open cardiac surgery: results from a randomized, clinical trial, *Eur J Cardiothorac Surg.* 2017; 51(1):58-66 doi: 10.1093/ejcts/ezw233.
10. Rinaldi L, Milione S, Fascione MC. et al. Relevance of lung ultrasound in the diagnostic algorithm of respiratory diseases in a real-life setting: A multicentre prospective study. *Respirology.* 2020;25(5):535-542. doi: 10.1111/resp.13659.
11. Mareev Y.V., Dzhoieva O.N., Zorya O.T. et al. Focus ultrasound for cardiology practice. Russian consensus document. *Kardiologiya.* 2021;61(11):4-23 (In Russ.) Мареев Ю.В., Джиоева О.Н., Зоря О.Т. и др. Фокусированное ультразвуковое исследование в кардиологической практике. Российский консенсусный документ. *Кардиология.* 2021;61(11):4-23. doi: 10.18087/cardio.2021.11.n1812.
12. Touw HR, Parlevliet KL, Beerepoot M. et al. Lung ultrasound compared with chest X-ray in diagnosing postoperative pulmonary complications following cardiothoracic surgery: a prospective observational study. *Anaesthesia.* 2018;73(8):946-954. doi: 10.1111/anae.14243.
13. Lakhin R.E., Zhirnova E.A., Shchegolev A.V. et al. Ultrasound of the lungs in patients with pneumonia caused by COVID-19: comparison with computed tomography. Observational prospective clinical trial. *Ann Crit Care.* 2021;2:82–93. (In Russ.) Лахин Р.Е., Жирнова Е.А., Щеголев А.В. и др. УЗИ легких у пациентов с пневмонией, вызванной COVID-19: сравнение с компьютерной информационной томографией. Обсервационное проспективное клиническое исследование. *Вестник интенсивной терапии им. А.И. Солтанова.* 2021;2:82–93. doi: 10.21320/1818-474X-2021-2-82-93.

- 14.A. F. Safarova et al. Role of point-of-care lung ultrasound in different respiratory disorders. *Medicinskij alfavit*. 2021;42:42-47 (In Russ.) Сафарова А. Ф. и др. Роль прикроватного ультразвукового исследования легких при различных респираторных заболеваниях. *Медицинский алфавит*. 2021;42:42-47. doi: 10.33667/2078-5631-2021-42-42-47.
- 15.Dureau P., Bouglé A., Melac AT. et al. Colour Doppler ultrasound after major cardiac surgery improves diagnostic accuracy of the pulmonary infection score in acute respiratory failure: A prospective observational study. *Eur J Anaesthesiol*. 2019;36(9):676-682. doi: 10.1097/EJA.0000000000001022.
- 16.Zhirnova E.A., Lahin R.E., Shchegolev A.V. et al. Comparison of ultrasound protocols for the diagnosis of pneumonia lesions. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2019;21(4):28-34 (In Russ.) Жирнова Е.А., Лахин Р.Е., Щеголев А.В. и др. Сравнение ультразвуковых протоколов для диагностики поражения при пневмонии. *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2019;21(4):28-34. doi: 10.17816/brmma20655.
- 17.Arystan A.Z., Khamzina Y.T., Benberin V.V. et al. Lung Ultrasound: new Opportunities for a Cardiologist. *Kardiologija*. 2020;60(1):81-92. (In Russ.) Арыстан А.Ж., Хамзина Е.Т., Бенберин В.В. и др. Ультразвуковое исследование легких: новые возможности для кардиолога. *Кардиология*. 2020;60(1):81-92. doi.org/10.18087/cardio.2020.1.n617 .