

Скородумова Е.Г.<sup>1</sup>, Костенко В.А.<sup>1</sup>, Скородумова Е.А.<sup>1</sup>, Сиверина А.В.<sup>1</sup>, Рысев А.В.<sup>1</sup>, Гайворонский И.В.<sup>2</sup>, Ильина В.А.<sup>1</sup>, Шуленин К.С.<sup>2</sup>, Гайворонский И.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский Научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия

## ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ИНТЕРСТИЦИАЛЬНОГО ЗАСТОЯ В ЛЕГКИХ У ПАЦИЕНТОВ С ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ФРАКЦИЕЙ ВЫБРОСА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПОСЛЕ КУПИРОВАНИЯ ОСТРОЙ ДЕКОМПЕНСАЦИИ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

Цель	Изучение ультразвуковых характеристик легочной ткани у пациентов с сердечной недостаточностью с промежуточной фракцией выброса (СНпФВ) левого желудочка (ЛЖ) и их прогностической значимости после купирования острой декомпенсации сердечной недостаточности (ОДСН).
Материал и методы	При проспективном наблюдении изучены ультразвуковые характеристики ткани легких 71 пациента (средний возраст 65,2±3,6 лет, мужчины 64,3%) с СНпФВ ЛЖ (ФВЛЖ от 40 до 49%) после купирования ОДСН. Полуколичественным способом оценены В-линии, расстояние между которыми составляло 3 мм (В3 линии) и 7 мм (В7 линии), согласно методике E. Pисано (2016), на 5±2 сутки госпитализации и при выписке. Катамнез пациентов для оценки прогностической ценности ультразвуковых характеристик легочной ткани изучался на протяжении 2-х лет от момента индексной госпитализации. Результаты статистически обработаны с использованием критерия $\chi^2$ с поправкой Мак-Немара (для оценки связанных выборок, для оценки динамики наличия/отсутствия В-линий по данным ультразвукового исследования (УЗИ) легких), а также критерия Вилкоксона (для оценки количественных изменений). За порог статистической значимости применялся уровень меньше 0,05.
Результаты	У больных с СНпФВ преобладали В7 линии, характерные для интерстициального компонента отека легочной паренхимы. В3 линии, характерные для альвеолярного отека, были обнаружены в небольшом количестве. В передне-верхнем отделе справа В7 линии доминировали над В3 линиями (80% против 20%, $p < 0,01$ ), однако слева достоверных отличий не отмечалось (64% против 36%, $p > 0,05$ ). В передне-нижнем отделе В7 линии преобладали над В3 линиями справа (75% против 25%, $p < 0,05$ ), но слева статистическая значимость отличий не отмечалась (67% против 33%, $p = 0,05$ ). В боковом верхнем отделе справа В7 линии доминировали над В3 линиями (75% против 25%, $p < 0,01$ ), слева, напротив, отличий не наблюдалось (67% против 33%, $p > 0,05$ ). В базально-боковых отделах с обеих сторон имелись статистически значимые отличия (справа 73% против 27%, $p < 0,05$ , слева 72% против 28%, $p < 0,05$ ). По результатам УЗИ легких, у пациентов с ОДСН и промежуточной ФВ была также оценена прогностическая ценность В-линий при выписке после разрешения рентгенологической и клинической симптоматики застойных изменений в легких пациентов. В течение 2 лет 35 пациентов (49,2% выборки) повторно поступили в стационар с явлениями ОДСН (39 госпитализаций, 1,1 госпитализации на одного пациента). Повторно поступившие пациенты были поделены на 2 подгруппы по наличию увеличенного количества В-линий при выписке с небольшим застоем (6–15 В-линий) и с отсутствием застойных изменений (<5 В-линий). У пациентов, характеризовавшихся минимальным (небольшим) застоем по УЗИ легких, но регрессом клинического и рентгенологического застоя, количество повторных госпитализаций составило 25 против 11 у лиц, у которых В7 линий было меньше 5. При проверке ROC-анализом площадь под кривой составила 0,706, что соответствует оценке «хорошо» на экспертной шкале оценки. Чувствительность положения равнялась 78,6%, специфичность – 79,7%.
Заключение	«Ультразвуковой синдром отека» легких у пациентов с промежуточной фракцией выброса ЛЖ после купирования ОДСН характеризовался преобладанием интерстициального компонента, несмотря на отсутствие застоя по данным рентгенологического исследования, и коррелировал с уровнем NT-proBNP в крови, определенным в то же время, а также имел ассоциацию с повторными госпитализациями.
Ключевые слова	Острая декомпенсация сердечной недостаточности; промежуточная фракция выброса; УЗИ легких; интерстициальный отек; альвеолярный отек; прогнозирование повторных госпитализаций
Для цитирования	Skorodumova E.G., Kostenko V.A., Skorodumova E.A., Siverina A.V., Rysev A.V., Gayvoronkiy I.V. et al. Prognostic value of the ultrasonic determination of the degree of interstitial edema in patients with intermediate ejection fraction of the left ventricle after treating acute decompensation of heart failure. <i>Kardiologiia</i> . 2020;60(10):80–85. [Russian: Скородумова Е.Г., Костенко В.А., Скородумова Е.А., Сиверина А.В., Рысев А.В., Гайворонский И.В. и др. Прогностическая ценность ультразвукового определения степени интерстициального застоя в легких у пациентов с промежуточной фракцией выброса левого желудочка после купирования острой декомпенсации сердечной недостаточности. <i>Кардиология</i> . 2020;60(10):80–85]
Автор для переписки	Скородумова Елизавета Геннадьевна. E-mail: lisavetta91@mail.ru

Самой частой причиной госпитализации пациентов с симптомами декомпенсации сердечной недостаточности является застой кровообращения в легких. Он возникает из-за трансудации жидкости в легочную паренхиму на фоне избыточного давления крови в левом предсердии, легочных венах и капиллярах с фильтрацией в интерстиций. Повышение сосудистого сопротивления из-за активации ренин-ангиотензин-альдостероновой и симпатoadrenalовой систем приводит, с одной стороны, к уменьшению фильтрации, с другой – к ухудшению гемодинамики [1]. При выраженном легочном застое клинические и рентгенологические симптомы застоя обнаруживаются довольно легко, однако при незначительном интерстициальном отеке легких они могут и не выявляться этими методами. При этом ультразвуковое исследование (УЗИ) легких позволяет визуализировать даже субклинические признаки застоя по В-линиям [2].

УЗИ легких представляет собой развивающийся метод исследования для оценки объема и характера поражения легких, главным диагностическим признаком в структуре застойных изменений являются В-линии. Патофизиологический смысл их формирования заключается в следующем: ультразвук проникает в междольковые перегородки и отражаясь от них образует признак, получивший название В-линии. Расстояние между ними соответствует либо альвеолярному отеку (В-линии, располагающиеся на расстоянии 3 мм), или интерстициальному, в случае В-линий находящихся на расстоянии 7 мм друг от друга [3]. По данным метаанализа Altaie S., Khalife W, было выявлено, что пациенты с низкой фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) имеют больший риск наступления летального исхода по сравнению с больными, имеющими промежуточную [2]. В рекомендациях по лечению хронической сердечной недостаточности (ХСН) и острой декомпенсации сердечной недостаточности (ОДСН) выполнение УЗИ легких обладает уровнем доказательности – IIb, класс C, но в качестве преимущества в ряде исследований ультразвука выделяется его неинвазивность и точность [3–6].

В настоящее время отдельные исследования по прогностической ценности УЗИ легких у пациентов с сохранной и промежуточной ФВ ЛЖ отсутствуют, однако многочисленными исследованиями показана прогностическая ценность ультразвукового исследования легких у пациентов с низкой ФВ ЛЖ. Тем не менее указывается, что в популяции лиц со стабильным течением ХСН УЗИ легких обладает хорошей прогностической ценностью в отношении летальных исходов и повторных госпитализаций [2].

Анатомическим субстратом для проведения этого исследования является строение легких: междольковые структуры в легких располагаются на расстоянии 7 мм друг от друга (В7 линии), а внутридольковые структуры располагаются друг от друга на расстоянии 3 мм (В3 линии). Помимо этого, доказано, что В7 линии коррелируют с рентгенологическими линиями Керли (2-го типа). Это связано с тем, что эти линии соответствуют утолщенным междольковым промежуткам, (в правом легком приблизительно 550 долек, а в левом – 450 долек) [7]. Несмотря на то что, при УЗИ легких определяется количество В-линий, данное исследование характеризуется значительной вариабельностью, которая составляет 7–10%. [8].

Целью нашего исследования явилось изучение ультразвуковых характеристики легочной ткани у пациентов с сердечной недостаточностью с промежуточной ФВ ЛЖ (СНпФВ) и их прогностической значимости в отношении прогнозирования повторных госпитализаций после купирования ОДСН.

### **Материал и методы**

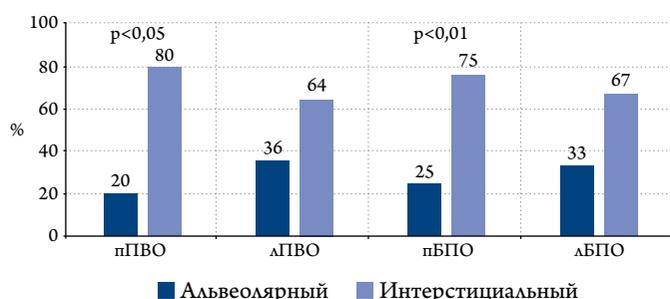
Исследование носило проспективный характер. После поступления пациентов в стационар тактика их ведения определялась с использованием гемодинамических профилей на основании классификации J. S. Forrester и L. V. Stevenson [4]. У поступивших определялся уровень N-концевого предшественника мозгового натрийуретического пептида (NT-проBNP) и выполнялось эхокардиографическое исследование сердца (дублировалось на 5±2 сутки и при выписке) с выявлением пациентов с промежуточной ФВ ЛЖ. У всех пациентов по результатам эхокардиографии верифицирована промежуточная ФВ ЛЖ (40–49%). Помимо этого, производилось рентгенологическое исследование легких, которое повторялось при уменьшении застойных изменений в легких. В этот период, как правило, 5±2 сутки (95% пациентов), выполнялось УЗИ легких и был изучен ультразвуковой профиль у 71 пациента (средний возраст изучаемой выборки 66,4±5,6 лет; мужчин было 64,3%, женщин – 35,7%) после купирования ОДСН. Под купированием ОДСН понималось достижение стабильного состояния пациентов с максимально возможным уменьшением выраженности застойного синдрома при оптимальных показателях гемодинамики и отсутствии выраженных функциональных изменений почек на фоне подобранной терапии в течение последних суток. Ультразвуковое исследование проводилось согласно методике E. Picano с использованием BLUE-протокола из PLAPS-точек [2–7]. Из всех определяемых параметров основное значение придавалось В-линиям легких. В-линии легких разделялись на 2 группы: В3-линии, характерные для альвеолярного отека, и В7-линии – для интерстициального [7].

В этиологической структуре заболевания преобладает сочетание ишемической болезни сердца и артериальной гипертензии (67,6%), на втором месте – постоянная форма фибрилляции предсердий (32,4%). Для оценки ФВ ЛЖ в случае наличия у больных фибрилляции предсердий мы использовали усредненные показатели по 10 кардиоциклам. Во время оценки ФВ ЛЖ средняя частота сердечных сокращений находилась в диапазоне 65–80 уд./мин. Диагноз ОДСН устанавливался при наличии и быстром развитии и усугублении как минимум двух из следующих признаков: одышки, набухания шейных вен, гепатомегалии, гипостатических изменений в легких по застойному типу, выявляемых клинически и/или рентгенологически, периферических отеков [4]. Структурные изменения в виде линий кальциноза клапанов сердца отмечались у всех пациентов. Признаки легочной гипертензии, выявляемой при эхокардиографическом исследовании, оценивались по степеням полуколичественным методом: легкая (менее 20 мм рт. ст.), умеренная (20–60 мм рт. ст.), выраженная (выше 60 мм рт. ст.).

Клиническая характеристика пациентов с ОДСН на фоне промежуточной ФВ ЛЖ: одышка наблюдалась у 100%, отеки – у 35,2%, асцит – у 16,9%, длительно разрешающиеся застойные изменения в нижних отделах легких – у 25,3% больных.

Лечение пациентов проводилось согласно протоколу ведения пациентов с ОДСН и включало в себя назначение ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента,  $\beta$ -адреноблокаторов, антагонистов минералокортикоидных рецепторов, петлевых диуретиков (сначала внутривенно с дальнейшим переводом на таблетированную терапию) и антитромботическая терапия по показаниям, в случаях наличия ишемической болезни сердца и выполнения чрескожного коронарного вмешательства. Катамнез больных оценивался в течение 2-х лет наблюдения путем структурированного телефонного опроса (через 6, 12 и 24 мес.).

**Рисунок 1.** Соотношение интерстициального и альвеолярного компонентов застоя в передних сегментах легких



ПВО – передне-верхний отдел; БПО – базально-передний отдел; п – справа; л – слева.

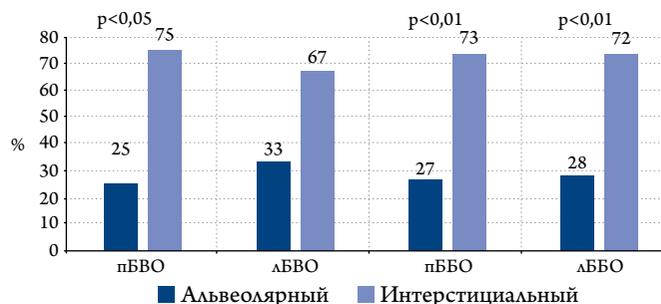
Полученные результаты статистически обработаны с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office Excel 2013, программного обеспечения IBM-SPSS – 23. Данные возраста представлены в виде  $M \pm SD$ . Количество В-линий с учетом непараметрического распределения (проверка осуществлялась методом Шапиро–Уилка) представляло медиану, выраженную в процентах. При обработке результатов, полученных в исследовании, использовались методы непараметрической статистики ( $\chi^2$ ) с дальнейшей проверкой количественных данных с использованием критерия Уитни–Манна. Связанные выборки оценивались с использованием тестов Макнемара и Вилкоксона. ROC-анализ использовался для проверки представленных положений. За порог статистической значимости принят уровень  $p < 0,05$ .

Исследование соответствовало принципам Хельсинкской декларации и было одобрено локальным этическим комитетом при Научно-исследовательском институте скорой помощи им. И. И. Джанелидзе в 2017 г. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

## Результаты

После достижения стабильного состояния пациентов с максимально возможным уменьшением выраженности застойного синдрома при оптимальных показателях гемодинамики и отсутствии выраженных функциональных изменений почек на фоне подобранной терапии в течение последних суток и регресса застойных изменений согласно клинической (уменьшение количества влажных хрипов в легких) и рентгенологической картина, оценивался ультразвуковой профиль легких пациентов, что происходило на  $5 \pm 2$ -е сутки. Однако 5% пациентов требовали более длительного купирования ОДСН и у них УЗИ легких выполнялось на 10–12-е сутки.

**Рисунок 2.** Соотношение интерстициального и альвеолярного компонентов застоя в боковых сегментах легких



БВО – боковой верхний отдел; ББО – базально-боковой отдел; п – справа; л – слева.

Соотношение интерстициального (В7 линии) и альвеолярного (В3 линии) компонентов застоя в передних сегментах легких представлено на рисунке 1, в боковых отделах – на рисунке 2.

Интерстициальный компонент застоя в легких (В7 линии) преобладал над альвеолярным (В3 линии) и в передних, и в боковых сегментах легких, при этом справа различия были статистически значимыми.

Подобный профиль наблюдался несмотря на купированную ОДСН и регресс рентгенологической картины застойных изменений.

При оценке динамики В-линий были выявлены следующие изменения застоя в легких, представленные на рисунке 3.

Содержание Nt-proBNP в крови в выборке составило  $3215,2 \pm 107,4$  пмоль/л, и выявлялась взаимосвязь между его уровнем и количеством В-линий, определенных на  $5 \pm 2$ -е сутки ( $r=0,52$ ,  $p=0,04$ ).

При оценке катамнеза было установлено, что: отдаленная летальность составила 35,2% (25 пациентов). 46 человек (64,8% от всей выборки) успешно закончили данное исследование. В связи с повторной госпитализацией 35 (49,2%) пациентов 39 раз (54,9% всей выборки, 1,1 регоспитализации на 1 повторно поступившего пациента) с явлениями ОДСН, изучена предсказательная ценность В-линий, определенных при выписке для прогнозирования повторных госпитализаций. Все пациенты разделялись на две подгруппы по уровню застоя в легких на момент выписки после индексной госпитализации. Пороговыми значениями являлись 5 В-линий (минимальный застой) и менее 5 В-линий (отсутствие застоя) как обладающих наибольшей чувствительностью и специфичностью при проведении пилотного исследования, определенных с использования ROC-анализа. Результаты представлены на рисунке 4.

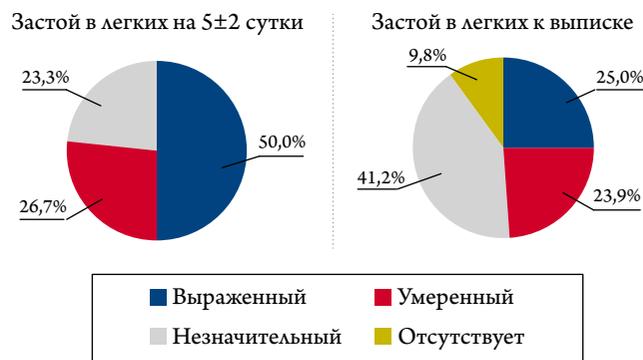
Выявлено, что группа больных, у которых застойные явления в легких по результатам УЗИ были минимальны (количество В-линий составило 6–15), отмечалась большим числом повторных госпитализаций, по сравнению с выборкой, не имеющей застойных изменений. Это положение было проверено с использованием ROC-анализа (рис. 5).

Площадь под кривой равна 0,706, что соответствует оценке «хорошо» на экспертной шкале AuROC. Чувствительность метода равнялась 78,6%, специфичность – 89,7%.

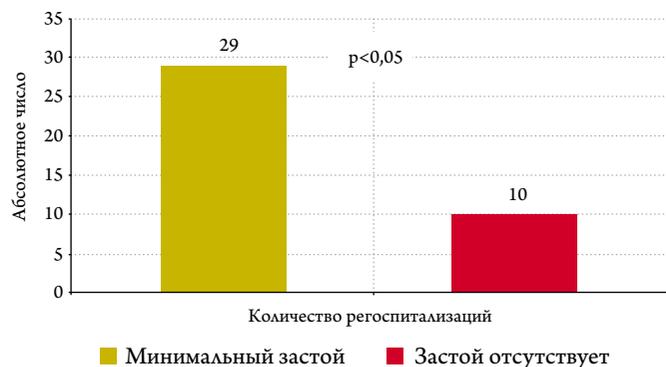
## Обсуждение

Метод УЗИ оказался более чувствительным по сравнению с рентгенологическим исследованием, при котором явления застоя разрешаются первыми при сохранении хрипов в легких и ультразвуковых призна-

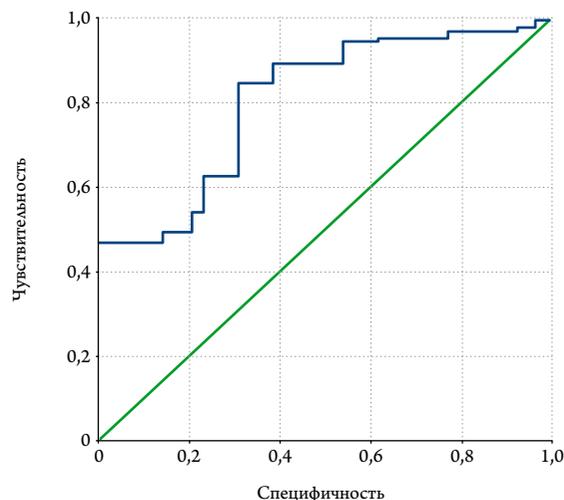
**Рисунок 3. Соотношение В7 линий на  $5 \pm 2$  сутки и при выписке**



**Рисунок 4. Взаимосвязь В-линий с частотой повторных госпитализаций**



**Рисунок 5. ROC-кривая для проверки предсказательной ценности В-линий легких**



ков интерстициального застоя в легких. Возможно, более выраженный застой в правом легком по сравнению с левым связан с особенностями кровоснабжения тремя долевыми артериями и тем, что правая легочная артерия, будучи длиннее левой, отходит от легочного ствола под углом. Помимо этого, в настоящем

исследовании показано, что, несмотря на доминирование интерстициального компонента над альвеолярным во всех PLAPS-точках, статистически значимое преобладание его характерно только для правого легкого. Возможно, одной из причин является взаимоотношение бронха (Б), артерии (А) и вены (В): в правом «БАВ», в левом «АБВ». Если у больных происходит расширение легочной артерии, то сдавливается и вена (нарушается отток крови от легкого). Так как к моменту выполнения УЗИ легких пациенты не находились в состоянии развернутого отека легких, альвеолярный компонент был менее выражен по сравнению с интерстициальным. Метод УЗИ позволяет с более высокой чувствительностью выявить морфологические изменения в легких (наличие отека).

Результаты нашего исследования во многом согласуются с данными исследования М. Н. Miglioranza с соавт., которые показали, что у пациентов с низкой ФВ ЛЖ оценка В-линий может предсказать повторную госпитализацию по поводу ОДСН в течение 4-х месяцев от момента выполнения УЗИ легких [8]. Исследование, проведенное Е. Platz с соавт., указывает на умеренную связь между смертью и повторными госпитализациями, связанными с ОДСН, в отдаленный период наблюдения [9]. Однако, следует отметить, что все исследования проведены у пациентов с низкой ФВ ЛЖ.

Ультразвуковых исследований легких у больных с ОДСН на фоне промежуточной ФВ ЛЖ в доступной литературе не обнаружено. Однако, проведено сравнение результатов с выводами пилотного исследования Скородумовой Е. Г. с соавт. (2018) у больных с промежуточной ФВ ЛЖ [10]. Результаты исследования относительно прогностической ценности В-линий во многом согласуются между собой, но тем не менее имеют некоторые отличия. Если количество госпитализаций у лиц с незначительным застоем легких в пилотном исследовании составило 25 случаев (35,2% всей выборки) и оценивалось в одногодичный период, то в данном исследовании подобных эпизодов было 35 (49,2% всей выборки). Стоит также отметить, что в течение двухлетнего периода наблюдения произошло 39 повторных госпитализаций (в соотношении 1,1 повторных госпи-

тализаций на 1 больного). В исследовании Pivetta с соавт. (2015) показано, что УЗИ легких существенно повышает точность диагностики СН по сравнению с физикальным обследованием, AuROC 0,95 против 0,88 ( $p < 0,01$ ), то же характерно для комбинации УЗИ легких с определением NT-proBNP и рентгенологическим обследованием легких, AuROC имела такие же значения – 0,95 против 0,88. Однако оценка результатов рентгенологического обследования легких и NT-proBNP без выполнения УЗИ легких не продемонстрировала преимуществ в диагностике СН по сравнению с физикальным обследованием – AUC 0,87 и 0,85 соответственно,  $p > 0,05$  [11].

### Ограничения исследования

Возможно, рентгенологические признаки выраженности интерстициального отека легких могут быть определены при компьютерной томографии, но в настоящем исследовании это не проверялось.

### Выводы

«Ультразвуковой синдром отека» в легких у пациентов с промежуточной фракцией выброса ЛЖ после купирования ОДСН характеризуется преобладанием интерстициального компонента, несмотря на отсутствие застоя по данным рентгенологического исследования, и коррелирует с содержанием NT-proBNP в крови, определенным в то же время.

Интерстициальный венозный застой легких по результатам ультразвукового сканирования легких, выполненного при выписке пациентов, может рассматриваться как фактор, ассоциированный с повторной госпитализацией.

Ультразвуковое определение степени выраженности интерстициального компонента застоя в легких у пациентов с промежуточной ФВ ЛЖ при ОДСН в отношении ассоциации с повторными госпитализациями обладает чувствительностью 78,6% и специфичностью 89,7%.

*Конфликт интересов не заявлен.*

**Статья поступила 02.11.2019**

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chuchalin A.G. Pulmonary edema : clinical forms. Atmosphere. Pulmonology and Allergology. 2005;3:2–7. [Russian: Чучалин А.Г. Отек легких: клинические формы. Атмосфера. Пульмонология и аллергология. 2005; 3:2–7]
2. Montoya F.C., Safarova A.F., Kobalava Zh.D., Soloveva A.E., Lobzhanizde T.V. Lung ultrasound in patients with decompensated heart failure with preserved and reduced left ventricular ejection fraction: a prospective study. International journal of heart and vascular diseases. 2019;7(22):4–15. [Russian: Монтойа Ф.К., Сафарова А.Ф., Кобалава Ж.Д., Соловьева А.Е., Лобжанидзе Т.В. УЗИ легких у пациентов с декомпенсацией сердечной недостаточности с сохраненной и сниженной фракцией выброса левого желудочка: проспективное исследование. Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний. 2019;7(22):4–15]
3. Petrov A.A., Safarova A.F., Rachina S.A., Kobalava Zh.D., Safarova N.B., Tesakov I.P. et al. Ultrasound examination of lungs: pro-

- cedure and role in diagnosis of nosocomial pneumonia. *Practical pulmonology*. 2018;3:38–45. [Russian: Петров А.А., Сафарова А.Ф., Рачина С.А., Кобалава Ж.Д., Сафарова Н.Б., Тесаков И.П. и др. Ультразвуковое исследование легких: методика выполнения и перспективы в диагностике нозокомиальной пневмонии. *Практическая пульмонология*. 2018;3: 38-45]
4. Mareev V.Yu., Fomin I.V., Ageev F.T., Begrambekova Yu.L., Vasyuk Yu.A., Garganeeva A.A. et al. Russian Heart Failure Society, Russian Society of Cardiology. Russian Scientific Medical Society of Internal Medicine Guidelines for Heart failure: chronic (CHF) and acute decompensated (ADHF). Diagnosis, prevention and treatment. *Kardiologia*. 2018;58(6S):8–158. [Russian: Мареев В.Ю., Фомин И.В., Агеев Ф.Т., Беграмбекова Ю.Л., Васюк Ю.А., Гарганеева А.А. и др. Клинические рекомендации ОССН – РКО – РНМОТ. Сердечная недостаточность: хроническая (ХСН) и острая декомпенсированная (ОДСН). Диагностика, профилактика и лечение. *Кардиология*. 2018;58(6S):8-158]. DOI: 10.18087/cardio.2475
  5. Picano E, Pellikka PA. Ultrasound of extravascular lung water: a new standard for pulmonary congestion. *European Heart Journal*. 2016;37(27):2097–104. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw164
  6. Picano E, Scali MC, Ciampi Q, Lichtenstein D. Lung Ultrasound for the Cardiologist. *JACC: Cardiovascular Imaging*. 2018;11(11):1692–705. DOI: 10.1016/j.jcmg.2018.06.023
  7. Cabello F.E., Soloveva A.E., Safarova A.F., Kobalava Zh.D. Evaluation of pulmonary congestion in heart failure: methodology for survey, clinical prognostic values of lung ultrasound. *Difficult patient*. 2017;15(6–7):19–23. [Russian: Кабельо Ф.Э., Соловьева А.Е., Сафарова А.Ф., Кобалава Ж.Д. Оценка легочного застоя при сердечной недостаточности: методика обследования, клиническое прогностическое значение ультразвукового исследования легких. *Трудный пациент*. 2017;15(6-7):19-23]
  8. Miglioranza MH, Picano E, Badano LP, Sant’Anna R, Rover M, Zaffaroni F et al. Pulmonary congestion evaluated by lung ultrasound predicts decompensation in heart failure outpatients. *International Journal of Cardiology*. 2017; 240:271–8. DOI: 10.1016/j.ijcard.2017.02.150
  9. Platz E, Merz AA, Jhund PS, Vazir A, Campbell R, McMurray JJ. Dynamic changes and prognostic value of pulmonary congestion by lung ultrasound in acute and chronic heart failure: a systematic review: Lung ultrasound in acute and chronic heart failure. *European Journal of Heart Failure*. 2017;19(9):1154–63. DOI: 10.1002/ejhf.839
  10. Skorodumova E.G., Kostenko V.A., Skorodumova E.A., Siverina A.V. Assessment of interstitial edema in patients with intermediate function of the left ventricle after resolving of acute decompensation of heart failure. *Translational Medicine*. 2018;5(3):23–7. [Russian: Скородумова Е.Г., Костенко В.А., Скородумова Е.А., Сиверина А.В. Оценка интерстициального отека у пациентов с промежуточной функцией левого желудочка после купирования острой декомпенсации сердечной недостаточности. *Трансляционная медицина*. 2018;5(3):23-7]. DOI: 10.18705/2311-4495-2018-5-3-23-27
  11. Pivetta E, Goffi A, Lupia E, Tizzani M, Porrino G, Ferreri E et al. Lung Ultrasound-Implemented Diagnosis of Acute Decompensated Heart Failure in the ED: a SIMEU multicenter study. *Chest*. 2015;148(1):202–10. DOI: 10.1378/chest.14-2608