

Современные инструментальные возможности выявления и мониторинга бессимптомного застоя у пациентов с сердечной недостаточностьюКобалава Ж. Д.¹, Кохан Л. В.¹, Сафарова А. Ф.^{1,2}, Вацик-Городецкая М. В.², Галочкин С. А.¹

Застойные явления, связанные с перегрузкой давлением и/или объемом, играют центральную роль в патофизиологии, проявлениях и прогнозе сердечной недостаточности, являясь одной из важных целей её терапии. Существующие методы диагностики застоя, в основном, клинические, имеют низкую чувствительность и специфичность, что может привести к отсрочке диагностики и начала лечения.

В течение последних десятилетий были разработаны новые, более чувствительные и специфичные ультразвуковые методы для выявления повышенного внутрисердечного давления и/или перегрузки объемом, обеспечивающие раннюю и точную диагностику и облегчающие формирование стратегии лечения. В обзоре обсуждается роль современных инструментальных методов выявления и количественной оценки застойных явлений, включающих визуализацию лёгких (В-линии), почек (внутрипочечный венозный кровоток) и венозной системы (диаметр нижней полой и внутренней яремной вен), фиброэластомерию.

Ключевые слова: застой, хроническая сердечная недостаточность, В-линии, нижняя полая вена, внутрипочечный венозный кровоток, фиброэластомерия.

Отношения и деятельность: нет.

¹ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов, Москва; ²ГБУЗ ГКБ им. В. В. Виноградова ДЗМ, Москва, Россия.

Кобалава Ж. Д. — д.м.н., член-корр. РАН, профессор, зав. кафедрой внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики медицинского института, ORCID: 0000-0003-1126-4282, Кохан Л. В. — ассистент кафедры внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональ-

ной диагностики медицинского института, ORCID: 0000-0002-5556-7106, Сафарова А. Ф.* — д.м.н., профессор кафедры внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики медицинского института, ORCID: 0000-0003-2412-5986, Вацик-Городецкая М. В. — к.м.н., зам. главного врача по анестезиологии и реанимации, ORCID: нет, Галочкин С. А. — ассистент кафедры внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики медицинского института, ORCID: 0000-0001-7370-8606.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author): aytensaf@mail.ru

ВПК — венозный почечный кровоток, ВЯВ — внутренняя яремная вена, ДХСН — декомпенсация хронической сердечной недостаточности, КВИ — коэффициент венозного импеданса, НПВ — нижняя полая вена, НУП — натрийуретические пептиды, НФЗ — непрямая фиброэластомерия, ОДВЯВ — отношение диаметра внутренней яремной вены, ПП — правое предсердие, СН — сердечная недостаточность, УЗ — ультразвуковой, УЗИ — ультразвуковое исследование, ХСН — хроническая сердечная недостаточность, ЦВД — центральное венозное давление, NYHA — Нью-Йоркская Ассоциация сердца.

Рукопись получена 28.12.2020

Рецензия получена 14.01.2021

Принята к публикации 27.01.2021



Для цитирования: Кобалава Ж. Д., Кохан Л. В., Сафарова А. Ф., Вацик-Городецкая М. В., Галочкин С. А. Современные инструментальные возможности выявления и мониторинга бессимптомного застоя у пациентов с сердечной недостаточностью. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(1):4265. doi:10.15829/1560-4071-2021-4265

Potential of modern investigations for detecting and monitoring asymptomatic congestion in patients with heart failureKobalava Zh. D.¹, Kokhan L. V.¹, Safarova A. F.^{1,2}, Vatsik-Gorodetskaya M. V.², Galochkin S. A.¹

Congestion associated with pressure and/or volume overload plays a central role in the pathophysiology, manifestations and prognosis of heart failure, being one of the important aims of its therapy. The current methods for congestion diagnosis, mainly clinical, have low sensitivity and specificity, which can lead to a delay in diagnosis and initiation of treatment.

Over the past decades, novel, more sensitive and specific ultrasound techniques have been developed to detect increased intracardiac pressure and/or volume overload, providing early and accurate diagnosis and facilitating treatment strategies. The review discusses the role of modern investigations for detecting and quantifying congestion, including visualization of the lungs (B-lines), kidneys (intrarenal venous flow) and the venous system (diameter of the inferior vena cava and internal jugular veins), and transient elastography.

Key words: congestion, heart failure, B-lines, inferior vena cava, intrarenal venous flow, transient elastography.

Relationships and Activities: none.

¹Peoples' Friendship University of Russia, Moscow; ²V.V. Vinogradov City Clinical Hospital, Moscow, Russia.

Kobalava Zh. D. ORCID: 0000-0003-1126-4282, Kokhan L. V. ORCID: 0000-0002-5556-7106, Safarova A. F.* ORCID: 0000-0003-2412-5986, Vatsik-Gorodetskaya M. V. ORCID: none, Galochkin S. A. ORCID: 0000-0001-7370-8606.

*Corresponding author: aytensaf@mail.ru

Received: 28.12.2020 **Revision Received:** 14.01.2021 **Accepted:** 27.01.2021

For citation: Kobalava Zh. D., Kokhan L. V., Safarova A. F., Vatsik-Gorodetskaya M. V., Galochkin S. A. Potential of modern investigations for detecting and monitoring asymptomatic congestion in patients with heart failure. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(1):4265. (In Russ.) doi:10.15829/1560-4071-2021-4265

Застойные явления являются неотъемлемым компонентом хронической сердечной недостаточности (ХСН) вне зависимости от фракции выброса левого желудочка, а их нарастание — ведущая причина госпитализаций по поводу декомпенсации ХСН (ДХСН). Причем если частота первичных госпитализаций с ХСН за последние декады имеет тенденцию к уменьшению, что, по-видимому, объясняется относительными успехами в лечении инфаркта миокарда и артериальной гипертензии, то количество повторных госпитализаций с ХСН за этот же период осталось прежним или даже несколько увеличилось.

Характерной траекторией течения сердечной недостаточности (СН) даже в случае приема рекомендованной медикаментозной терапии является чередование периодов компенсации и декомпенсации [1]. Помимо развития декомпенсации, еще одной точкой, когда диссоциация между клиническими и гемодинамическими признаками застоя может быть критически значимой, является достижение эуволемиического состояния во время госпитализации по поводу ДХСН и в ранний постгоспитальный период (рис. 1).

Считается, что одним из маркеров успешности проведенной за время госпитализации терапии ХСН является отсутствие застойных явлений к моменту выписки из стационара [2]. Однако данные наблюдательных исследований демонстрируют, что, во-первых, у существенной части госпитализированных пациентов во время выписки сохраняются симптомы и признаки застоя, что закономерно ассоциировано

с увеличением риска неблагоприятных исходов, а во-вторых, даже в их отсутствии наличие выявляемого с использованием различных методик остаточного, но уже субклинического застоя опять же связано с увеличением риска таких неблагоприятных исходов, как регоспитализации по поводу СН и смерть от всех причин [3–6]. Соотношение диагностической значимости клинических и параклинических методов в определении статуса гидратации представлено на рисунке 2.

Число методик, использование которых предлагается для характеристики застойных явлений при СН, увеличивается. Однако в целом все их можно объединить в 4 категории: 1) симптомы и признаки, а также основанные на их комбинации шкалы; 2) биомаркеры; 3) ультразвуковые (УЗ) методы; 4) прямая оценка гемодинамических параметров и биоимпедансометрия.

В этом обзоре рассматриваются экстракардиальные УЗ методики оценки внесосудистой жидкости в лёгких, повышенного венозного давления, а также фиброэластометрия печени. В таблице 1 представлена характеристика новых УЗ методов количественной оценки застоя у пациентов с СН.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) легких

Наиболее обсуждаемой визуализирующей методикой выявления застойных явлений при СН в последние годы стало УЗИ легких [7–9]. Признаком застоя в легких при УЗИ является обнаружение так называемых В-линий, увеличение числа которых соответствует большему количеству жидкости в интер-

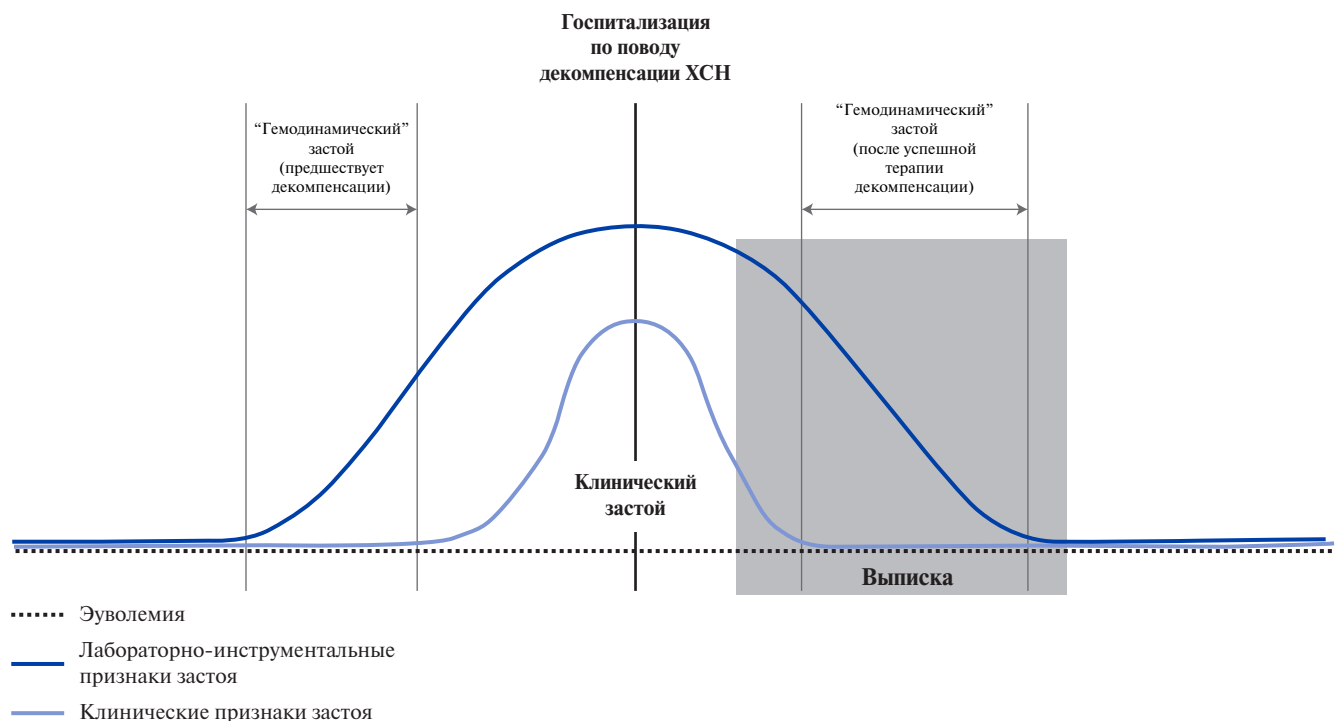


Рис. 1. Вариант течения ХСН (декомпенсация — госпитализация — выписка).

Сокращение: ХСН — хроническая сердечная недостаточность.

Таблица 1

Характеристика УЗ методов количественной оценки застоя у пациентов с СН

	НПВ	ОДВЯВ	ВПК	УЗИ легких	ФЭМ
УЗИ датчик	Фазированный или конвексный	Линейный	Конвексный	Фазированный или конвексный	S+, M+, XL+
Корреляция с инвазивными методиками	Умеренная	Данных нет	Умеренная	Умеренная	Умеренная
Корреляция с BNP/NT-proBNP	Низкая/умеренная	Низкая/умеренная	Умеренная	Умеренная/хорошая	Умеренная/хорошая
Диагностическое значение (при ДХСН)	Мало данных	Данные практически отсутствуют	Данные практически отсутствуют	Есть	Мало данных
Подходит для мониторинга?	Да	Да	Да	Да	Да
Прогностическое значение	Да	Да	Да	Да	Да
Вариабельность при оценке 1 исследователем	Данных нет	0,42 (-1,26; 2,11) [30]	4±13% [35]	0,05 (-1,3; 1,4) В-линий при оценке 8 зон [51]	F2 от 7,1 до 8,8 кПа; F3,5 до 12,5 кПа; F4 от 12,5 до 17,6 кПа [52]
Межисследовательская вариабельность	-0,04 (-2,48; -2,4) мм [33]	-0,22 (-1,24; 0,8) [30]	5±12% [54]	-0,3 (-1,9; 1,3) линий при оценке 8 зон [48]	0,98, 95% ДИ (0,977-0,987) [53]
Ограничения	Ожирение, ИВЛ, невозможность сделать глубокий вдох	Изменение с положением пациента, невозможность выполнения маневра Вальсальвы	Ожирение, выраженная одышка	Интерстициальные заболевания легких, ОРДС, пневмоторакс, ожирение, плевральный выпот	Ожирение, асцит, узкие межреберные промежутки

Сокращения: ВПК — венозный почечный кровоток, ДИ — доверительный интервал, ДХСН — декомпенсация хронической сердечной недостаточности, ИВЛ — искусственная вентиляция легких, НПВ — нижняя полая вена, ОДВЯВ — отношение диаметра внутренней яремной вены, ОРДС — острый респираторный дистресс синдром, УЗИ — ультразвуковое исследование, ФЭМ — фиброзластометрия, BNP — мозговой натрийуретический пептид, NT-proBNP — N-концевой пропептид натрийуретического гормона.



Рис. 2. Оценка статуса гидратации при совместном использовании клинических и параклинических признаков застоя.

Сокращение: СН — сердечная недостаточность.

Таблица 2

Оценка выраженности застоя по данным УЗИ легких

Локализация зон	Метод	Результат исследования
Передняя и боковая поверхности грудной клетки	Количественный	Сумма В-линий во всех зонах: 6-15 — легкий 16-30 — умеренный >30 — тяжелый
Передняя и боковая поверхности грудной клетки	Балльный	0 баллов <3 В-линий в зоне 1 балл ≥3 В-линий в зоне Итог: число баллов

стициальном пространстве легких. В метаанализе Platz E, et al. (2017), объединившем 13 исследований, изучавших динамику или прогностическое значение УЗ-признаков легочного застоя при СН, была продемонстрирована отчетливая связь между изменением числа В-линий и стартом терапии острой СН, а также ассоциация между большим числом В-линий при выписке или во время амбулаторного визита и неблагоприятным прогнозом [10]. Схожие данные были продемонстрированы и другими исследователями в более поздних работах [4, 5, 11]. Обсуждаются оптимальная методика выполнения УЗИ легких, а также количественные критерии застоя [12, 13]. Были предложены протоколы проведения УЗИ легких у пациентов с одышкой (от 4 до 28 зон передней поверхности грудной клетки), но наиболее часто используется протокол с исследованием 8 зон. Повторные исследования следует выполнять в одном и том же положении, т.к. на число В-линий влияет положение пациента, при положении на спине выявляется большее их число [14].

Для УЗИ легких ультразвуковой датчик располагают продольно или поперечно к ребрам в межреберных промежутках, глубина сканирования ~15-18 см. Для оценки данных используется 2 подхода: количественный и балльный. Первый предполагает оценку числа В-линий с их суммацией во всех зонах. При использовании балльного метода оценивается число В-линий в каждой зоне. Зона является “положитель-

ной”, если обнаружено В-линий >3 . Далее количество “положительных” зон суммируется (табл. 2).

УЗИ лёгких может быть использовано для выявления количественной оценки внесосудистой жидкости в лёгких у пациентов с СН в покое или при физической активности [15-17]. Scali M, et al. (2017) предполагают, что выполнение УЗИ легких при нагрузке может позволить выявить скрытый в покое гемодинамический застой. Кроме того, предложены 3 фенотипа гемодинамического состояния легких (“сухое”, “мокрое” и “очень мокрое” легкое), определяющих риск ДХСН [18].

В то же время УЗИ легких имеет существенные ограничения, связанные с его невысокой специфичностью относительно определения причины появления В-линий. В-линии часто наблюдаются у пациентов с СН, но также могут возникать и при других состояниях, таких как некардиогенный отек легких и интерстициальные заболевания легких [19].

Прогностическое значение УЗИ легких в развитии неблагоприятных исходов пациентов с ХСН показано в различных исследованиях. В одном из исследований показано, что у пациентов с ДХСН количество В-линий ≥ 30 при выписке представляло более ценную прогностическую информацию в отношении регоспитализации по поводу ХСН или смерти от всех причин в течение 3 мес., чем оценка выраженности ХСН по NYHA и уровню натрийуретических пептидов (НУП) (integrated discrimination index = 15%; $p=0,02$) [20].

В исследовании, выполненном в нашем центре, у 162 пациентов с ДХСН УЗИ легких при выписке показала высокую частоту остаточного легочного застоя (52%). Было установлено, что сумма В-линий >5 при выписке ассоциировалась с риском смерти от всех причин, сумма В-линий >15 — с более высоким риском регоспитализации по поводу СН в течение 12 мес. [4].

Ассоциацию с выраженностью гемодинамического застоя, оцениваемого во время катетеризации сердца (давление заклинивания легочной артерии; давление в правом предсердии (ПП)), имеет диаметр нижней полой вены (НПВ) и степень ее коллабирования при вдохе [21, 22]. Для этих характеристик продемонстрирована связь с прогнозом при острой и хронической СН [23].

Оценка венозного застоя

НПВ — это податливый сосуд, анатомически продолжающийся в ПП. Существенное и устойчивое повышение давления в ПП, которое наблюдается при СН, приводит к растяжению НПВ. Однако исследования, проведенные среди пациентов, которым проводилась катетеризация сердца, выявили лишь умеренную корреляцию между давлением в ПП и диаметром НПВ, определяемом по данным эхокардиографии [24].

Диаметр НПВ измеряется в положении пациента лёжа на спине, при субкостальном доступе, на 1,0-2,0 см от соединения с ПП, по продольной оси. НПВ с диаметром <21 мм и коллабирующая более чем на 50% наблюдается при нормальном давлении в ПП. Диаметр НПВ может отражать повышение внутрисосудистого объема даже раньше, чем появятся любые изменения в симптомах или в массе тела у амбулаторных пациентов с СН [6], а также позволяет отследить ответ на диуретики у госпитализированных пациентов [25]. Персистирующий застой в НПВ является предиктором плохого прогноза [26, 27]. На данный момент изучается, может ли терапия диуретиками, проводимая под контролем периодической оценки НПВ, по сравнению с обычной терапией снизить число повторных госпитализации (NCT03140566; NCT02892227). Почти у половины пациентов с СН, имеющих минимальную выраженность клинических симптомов застоя, наблюдается расширение НПВ и другие УЗ маркеры повышенного внутрисердечного давления или внесосудистой жидкости в легких, ассоциированные с повышенными уровнями НУП и более высокой смертностью [27].

Еще одним маркером перегрузки объемом и давлением, а также правожелудочковой СН является повышенное давление в яремной вене, ассоциированное с повышенной смертностью у пациентов с СН [28]. Выявление и количественная оценка растяжения яремной вены может быть затруднена у полных пациентов, и повышенное давление в яремной вене может остаться незамеченным по клиническим данным [29].

Внутренняя яремная вена (ВЯВ) — это поверхностный и растяжимый сосуд, лежащий близко к каротидной артерии под грудино-ключично-сосцевидной мышцей. Оценка ВЯВ должна проводиться у пациента в положении полулёжа, голова и шея приподняты под углом 45° . В большинстве случаев ВЯВ обнаруживается на 5 см ниже угла нижней челюсти. Далее измеряются диаметр ВЯВ и его изменения: в покое и при проведении пробы Вальсальвы, а также отношение диаметра ВЯВ (ОДВЯВ). Выявлены низкие различия в измерениях ОДВЯВ между несколькими специалистами [30]. Другие авторы предложили измерять площадь поперечного сечения ВЯВ в покое и во время пробы Вальсальвы [30, 31].

У пациентов без СН или при отсутствии застойных явлений диаметр ВЯВ в покое небольшой ($\sim 0,10$ - $0,15$ см), но при этом он увеличивается при проведении пробы Вальсальвы (обычно до 1 см) [30, 32]. Когда нарастает застой в сосудах, диаметр ВЯВ увеличивается в покое, приводя к снижению ОДВЯВ. ОДВЯВ <4 является признаком патологии, и при тяжёлых застойных явлениях это отношение может снижаться до <2 [27, 30]. У амбулаторных пациентов с СН низкое ОДВЯВ слабо соотносится

с тяжестью симптомов, повышением НУП, правожелудочковой дисфункцией, трикуспидальной регургитацией [30]. Низкое ОДВЯВ является предиктором плохого прогноза в отношении госпитализации или смертей по причине СН независимо от уровня НУП [27, 32]. При использовании площади поперечного сечения ВЯВ наблюдается большая вариативность при проведении пробы Вальсальвы, что позволяет выявить пациентов, у которых скорее всего будет нормальное давление в ПП и лучшие исходы [31].

При ДХСН часто происходит ухудшение функции почек, что часто связано с повышенным центральным венозным давлением (ЦВД), которое приводит к повышенному интерстициальному давлению в почке, частичному коллапсу нефронов, ишемии и нейрогуморальной активации [33]. Недавно были описаны методики УЗ оценки почечного кровотока при СН [34–37]. И, хотя артериальный кровоток может быть описан при помощи доплера, прогрессирование СН [38], повышение ЦВД в первую очередь влияет именно на венозный почечный кровоток (ВПК).

Доплеровское исследование ВПК проводится при положении пациента лёжа на левом боку. Датчик располагают вдоль нижнего межрёберного промежутка и визуализируют продольный вид правой почки. ВПК измеряется с помощью импульсно-волнового доплера при задержке дыхания в конце выдоха. В норме междолевой ВПК постоянен, с небольшой вариативностью амплитуды в течение сердечного цикла [39]. При повышении ЦВД вариативность повышается с минимальной скоростью, постепенно приближающейся к нулю, в конечном итоге возникает ранний прерывистый поток или “пульсирующий” кровоток [40]. Дальнейшее повышение ЦВД приводит к возникновению двухфазного паттерна, имеющего две отдельных фазы кровотока в течение сердечного цикла. В очень тяжёлых случаях ВПК может стать монофазным с одной фазой кровотока в диастолу. Другими количественными мерами являются коэффициент венозного импеданса (КВИ) и венозный индекс прерывистости. КВИ — это отношение разницы между максимальной и минимальной скоростью к максимальной скорости в течение сердечного цикла с возможными значениями от 0 (нет разницы скоростей) до 1 (минимальная скорость равна нулю) [39]. Так как ЦВД повышает вариативность амплитуды ВПК, КВИ также повышается до тех пор, пока кровоток не становится прерывистым, и КВИ принимает значение равное 1. Повышенный венозный индекс прерывистости, выражаемый как процент времени с отсутствующим кровотоком во время сердечного цикла, это ещё один способ оценки застоя. Отметим, что другие состояния, повышающие ЦВД (например, обструк-

ция), внутрибрюшное давление (например, асцит) или интрапаренхиматозное давление в почке (например, обструктивная уропатия), также могут приводить к нарушениям ВПК [41].

У пациентов с СН (n=217) монофазный паттерн ВПК ассоциирован с очень высоким давлением в ПП и плохим прогнозом [34]. Другое исследование выявило эффект нагрузки объёмом и диуретиков на ВПК у 50 пациентов со стабильной СН с сохранной фракцией выброса или СН со сниженной фракцией выброса [35]. После нагрузки объёмом КВИ значительно повышался, и число пациентов с прерывистым ВПК увеличилось с 32% до 80% без каких-либо изменений в уровне ЦВД, измеренном внутривенным катетером. Это, вероятно, может означать, что ВПК является ранним маркером развития застоя.

Непрямая фиброэластометрия (НФЭ) — неинвазивный метод, широко используемый для оценки выраженности фиброза при хронических заболеваниях печени. Оценка плотности печени методом НФЭ выполняется в проекции правой доли печени на уровне 8 или 9 межреберного промежутка по передней или срединной подмышечной линии. Показатель плотности печени определяется в килопаскалях (кПа) [42]. Данные экспериментальных и клинических исследований свидетельствуют о прямой зависимости плотности печени от уровня ЦВД и печеночной гемодинамики [43]. Имеются данные об ассоциации цирроза печени и застойной СН. Продemonстрировано неблагоприятное прогностическое значение плотности печени >8 кПа при выполнении фиброэластометрии у 212 госпитализированных по разным причинам пациентов [44]. У пациентов с ДХСН плотность печени $\geq 11,1$ кПа при поступлении и выписке $\geq 8,2$ кПа ассоциировалась с клиническими и эхокардиографическими признаками дисфункции правых отделов сердца и с большей вероятностью регоспитализаций с СН при поступлении [45].

Комплексная полуколичественная оценка венозного давления (диаметр НПВ, ВЯВ; ВПК) и внесосудистой жидкости в лёгких (В-линии) с помощью УЗИ имеет определённые преимущества и потенциальное применение у пациентов с СН. Эти методики являются неинвазивными, не связаны с использованием ионизирующего излучения и позволяют проводить исследования в динамике непосредственно у постели больного и поддаются количественной оценке. В настоящий момент клинические рекомендации Европейского общества кардиологов (ESC) предлагают использовать диаметр НПВ для оценки волемического статуса пациента с СН, а УЗИ легких может использоваться для выявления внесосудистой жидкости в лёгких (класс IIb, уровень доказательности: C, для обеих рекомендаций) [46]. В противо-

положность к этому в Американских рекомендациях по СН ультразвук не упоминается как метод оценки внутри- и внесосудистого волемиического статуса [47]. Пока имеющиеся уровни доказательности для описанных УЗ методов варьируют, может быть рассмотрено включение УЗИ легких в будущие клинические рекомендации по СН для оценки внесосудистой жидкости у пациентов с неуточнённой причиной одышки [48, 49].

Требуются дальнейшие исследования для лучшего понимания клинического значения новых УЗ методов. Например, более тщательная оценка застойных явлений может оптимизировать время выписки пациентов с СН, госпитализированных в стационар, или же помочь адаптировать терапию диуретиками для амбулаторных пациентов [50]. Необходимы рандомизированные исследования, чтобы показать безопасность тактики лечения СН, основанной на данных УЗ-оценки, а также подтвердить, что она способствует улучшению симптомов и качеству жизни и отдалённых исходов.

Литература/References

- Allen LA, Stevenson LW, Grady KL, et al. Decision making in advanced heart failure: A scientific statement from the American heart association. *Circulation*. 2012;125(15):1928-52. doi:10.1161/CIR.0b013e31824f2173.
- Hollenberg SM, Warner Stevenson L, Ahmad T, et al. 2019 ACC Expert Consensus Decision Pathway on Risk Assessment, Management, and Clinical Trajectory of Patients Hospitalized With Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology Solution Set Oversight Committee. *J Am Coll Cardiol*. 2019;74(15):1966-2011. doi:10.1016/j.jacc.2019.08.001.
- Ambrosy AP, Pang PS, Khan S, et al. Clinical course and predictive value of congestion during hospitalization in patients admitted for worsening signs and symptoms of heart failure with reduced ejection fraction: findings from the EVEREST trial. *Eur Heart J*. 2013;34(11):835-43. doi:10.1093/eurheartj/ehs444
- Kobalava ZhD, Safarova AF, Soloveva AE, et al. Pulmonary congestion assessed by lung ultrasound in decompensated heart failure. *Kardiologiya*. 2019;59(8):5-14. (In Russ.) Кобалава Ж.Д., Сафарова А.Ф., Соловьева А.Е. и др. Легочный застой по данным ультразвукового исследования у пациентов с декомпенсацией сердечной недостаточности. *Кардиология*. 2019;59(8):5-14. doi:10.18087/cardio.2019.8.n534.
- Alvarez-Garcia J, Rivas-Lasarte M, Benedicto AM, et al. Subclinical Pulmonary Congestion: A Silent And Prevalent Killer At Heart Failure Discharge. *J Am Coll Cardiol*. 2020;75(11):1093. doi:10.1016/s0735-1097(20)31720-4.
- Rubio-Gracia J, Demissei BG, ter Maaten JM, et al. Prevalence, predictors and clinical outcome of residual congestion in acute decompensated heart failure. *Int J Cardiol*. 2018;258:185-91. doi:10.1016/j.ijcard.2018.01.067.
- Kobalava ZhD, Safarova AF, Kokhan EV, Islamova MR. Lung ultrasound in optimizing management of patients with heart failure: current status and future prospects. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(1):3666. (In Russ.) Кобалава Ж.Д., Сафарова А.Ф., Кохан Е.В., Исламова М.Р. Статус и перспективы использования ультразвукового исследования легких в оптимизации ведения пациентов с хронической сердечной недостаточностью. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(1):3666. doi:10.15829/1560-4071-2020-1-3666.
- Grodin JL, Drazner MH. Lung Ultrasound: Our New "Sixth Sense"? *JACC Hear Fail*. 2019;7(10):859-61. doi:10.1016/j.jchf.2019.08.006.
- Picano E, Scali MC, Ciampi Q, Lichtenstein D. Lung Ultrasound for the Cardiologist. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2018;11(11):1692-705. doi:10.1016/j.jcmg.2018.
- Platz E, Merz AA, Jhund PS, et al. Dynamic changes and prognostic value of pulmonary congestion by lung ultrasound in acute and chronic heart failure: a systematic review. *Eur J Heart Fail*. 2017;19(9):1154-63. doi:10.1002/ehf.839.
- Platz E, Campbell RT, Claggett B, et al. Lung Ultrasound in Acute Heart Failure: Prevalence of Pulmonary Congestion and Short- and Long-Term Outcomes. *JACC Hear Fail*. 2019;7(10):849-58. doi:10.1016/j.jchf.2019.07.008.
- Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012;577-91. doi:10.1007/s00134-012-2513-4.
- Platz E, Jhund PS, Gierd N, et al. Expert consensus document: Reporting checklist for quantification of pulmonary congestion by lung ultrasound in heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2019;21(7):844-51. doi:10.1002/ehf.1499.
- Frasure SE, Matilsky DK, Siadecki SD, et al. Impact of patient positioning on lung ultrasound findings in acute heart failure. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*. 2015;4(4):326-32. doi:10.1177/2048872614551505.
- Cogliati C, Casazza G, Ceriani E, et al. Lung ultrasound and short-term prognosis in heart failure patients. *Int J Cardiol*. 2016;218:104-108. doi:10.1016/j.ijcard.2016.05.010.
- Scali MC, Cortigiani L, Simionuc A, et al. Exercise-induced B-lines identify worse functional and prognostic stage in heart failure patients with depressed left ventricular ejection fraction. *Eur J Heart Fail*. 2017;19(11):1468-1478. doi:10.1002/ehf.776.
- Simonovic D, Coiro S, Carluccio E, et al. Exercise elicits dynamic changes in extravascular lung water and haemodynamic congestion in heart failure patients with preserved ejection fraction. *Eur J Heart Fail*. 2018;20(9):1366-69. doi:10.1002/ehf.1228.
- Scali MC, Zagatina A, Simova I, et al. B-lines with Lung Ultrasound: The Optimal Scan Technique at Rest and During Stress. *Ultrasound Med Biol*. 2017;43(11):2558-66. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2017.07.007.
- Picano E, Scali MC. The lung water cascade in heart failure. *Echocardiography*. 2017;34(10):1503-1507. doi:10.1111/echo.13657.
- Coiro S, Rossignol P, Ambrosio G, et al. Prognostic value of residual pulmonary congestion at discharge assessed by lung ultrasound imaging in heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2015;17(11):1172-81. doi:10.1002/ehf.344.
- Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(12):1321-1360. doi:10.1093/ehjci/ew082.
- Huttin O, Fraser AG, Coiro S, et al. Impact of Changes in Consensus Diagnostic Recommendations on the Echocardiographic Prevalence of Diastolic Dysfunction. *J Am Coll Cardiol*. 2017;69(25):3119-3121. doi:10.1016/j.jacc.2017.04.039.
- Hubert A, Gierd N, Le Breton H, et al. Diagnostic accuracy of lung ultrasound for identification of elevated left ventricular filling pressure. *Int J Cardiol*. 2019;281:62-68. doi:10.1016/j.ijcard.2019.01.055.
- Miglioranza MH, Gargani L, Sant'Anna RT, et al. Lung ultrasound for the evaluation of pulmonary congestion in outpatients: a comparison with clinical assessment, natriuretic peptides, and echocardiography. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2013;6(11):1141-51. doi:10.1016/j.jcmg.2013.08.004.
- Laffin LJ, Patel AV, Saha N, et al. Focused cardiac ultrasound as a predictor of readmission in acute decompensated heart failure. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2018;34(7):1075-1079. doi:10.1007/s10554-018-1317-1.
- Cubo-Romano P, Torres-Macho J, Soni NJ, et al. Admission inferior vena cavameasurements are associated with mortality after hospitalization for acute decompensated heart failure. *J Hosp Med*. 2016;11(11):778-784. doi:10.1002/jhm.2620.

Заключение

Таким образом, на сегодняшний день доступен широкий перечень УЗ методов объективизации застойных явлений. Все они, несмотря на продемонстрированную для большинства прогностическую значимость у пациентов с ХСН, пока до конца не изучены и, по-видимому, не лишены недостатков.

УЗ оценка НПВ, диаметра ВЯВ, ВПК, НФЭ могут облегчить выявление повышенного венозного давления, в то время как УЗИ легких позволяет обнаруживать и количественно определять внесосудистую жидкость в лёгких у пациентов с СН. Эти УЗ методы могут дополнить клинические методы, традиционные инструменты диагностики и мониторинга и потенциально позволить улучшить диагностику и ведение пациентов с установленной СН или подозрением на СН.

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

27. Pellicori P, Shah P, Cuthbert J, et al. Prevalence, pattern and clinical relevance of ultrasound indices of congestion in outpatients with heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2019;21(7):904-916. doi:10.1002/ehf.1383.
28. Drazner MH, Rame JE, Stevenson LW, Dries DL. Prognostic importance of elevated jugular venous pressure and a third heart sound in patients with heart failure. *N Engl J Med.* 2001;345(8):574-81. doi:10.1056/NEJMoa010641.
29. Pellicori P, Clark AL, Kallvikbacka-Bennett A, et al. Non-invasive measurement of right atrial pressure by near-infrared spectroscopy: preliminary experience. A report from the SICA-HF study. *Eur J Heart Fail.* 2017;19(7):883-892. doi:10.1002/ehf.825.
30. Pellicori P, Kallvikbacka-Bennett A, Zhang J, et al. Revisiting a classical clinical sign: jugular venous ultrasound. *Int J Cardiol.* 2014;170(3):364-70. doi:10.1016/j.ijcard.2013.11.015.
31. Simon MA, Schnatz RG, Romeo JD, Pacella JJ. Bedside Ultrasound Assessment of Jugular Venous Compliance as a Potential Point-of-Care Method to Predict Acute Decompensated Heart Failure 30-Day Readmission. *J Am Heart Assoc.* 2018;7(15):e008184. doi:10.1161/JAHA.117.008184.
32. Pellicori P, Kallvikbacka-Bennett A, Dierckx R, et al. Prognostic significance of ultrasound-assessed jugular vein distensibility in heart failure. *Heart.* 2015;101(14):1149-58. doi:10.1136/heartjnl-2015-307558.
33. Tang WH, Mullens W. Cardiorenal syndrome in decompensated heart failure. *Heart.* 2010;96(4):255-60. doi:10.1136/hrt.2009.166256.
34. Iida N, Seo Y, Sai S, et al. Clinical Implications of Intrarenal Hemodynamic Evaluation by Doppler Ultrasonography in Heart Failure. *JACC Heart fail.* 2016;4(8):674-82. doi:10.1016/j.jchf.2016.03.016.
35. Nijst P, Martens P, Dupont M, et al. Intrarenal Flow Alterations During Transition From Euvolemia to Intravascular Volume Expansion in Heart Failure Patients. *JACC Heart fail.* 2017;5(9):672-681. doi:10.1016/j.jchf.2017.05.006.
36. Puzzovivo A, Monitillo F, Guida P, et al. Renal Venous Pattern: A New Parameter for Predicting Prognosis in Heart Failure Outpatients. *Cardiovasc Dev Dis.* 2018;5(4):52. doi:10.3390/jcdd5040052.
37. de la Espriella-Juan R, Nunez E, Minana G, et al. Intrarenal venous flow in cardiorenal syndrome: a shining light into the darkness. *ESC heart failure.* 2018;5(6):1173-1175. doi:10.1002/ehf2.12362.
38. Ciccone MM, Iacoviello M, Gesualdo L, et al. The renal arterial resistance index: a marker of renal function with an independent and incremental role in predicting heart failure progression. *Eur J Heart Fail.* 2014;16(2):210-6. doi:10.1002/ehf.34.
39. Jeong SH, Jung DC, Kim SH, Kim SH. Renal venous doppler ultrasonography in normal subjects and patients with diabetic nephropathy: value of venous impedance index measurements. *J Clin Ultrasound.* 2011;39(9):512-8. doi:10.1002/jcu.20835.
40. Tang WH, Kitai T. Intrarenal Venous Flow: A Window Into the Congestive Kidney Failure Phenotype of Heart Failure? *JACC Heart fail.* 2016;4(8):683-6. doi:10.1016/j.jchf.2016.05.009.
41. Bateman GA, Cuganesan R. Renal vein Doppler sonography of obstructive uropathy. *AJR Am J Roentgenol.* 2002;178(4):921-5. doi:10.2214/ajr.178.4.1780921.
42. Morozov SV, Kucheraviy YuA, Stukova NYu, Krasnyakova EA. Indirect ultrasound elastography of the liver: from diagnostics of liver fibrosis to control over its treatment. *Dokazatelnaya gastroenterologiya.* 2013;2(2):31-7. (In Russ.) Морозов С.В., Кучерявый Ю.А., Стукова Н.Ю., Краснякова Е.А. Непрямая ультразвуковая эластография печени: от диагностики фиброза печени — к контролю над лечением. *Доказательная Gastroenterologiya.* 2013;2(2):31-7.
43. Taniguchi T, Sakata Y, Ohtani T, et al. Usefulness of transient elastography for noninvasive and reliable estimation of right-sided filling pressure in heart failure. *Am J Cardiol.* 2014;113(3):552-8. doi:10.1016/j.amjcard.2013.10.018.
44. Lindvig K, Mössner BK, Pedersen C, et al. Liver stiffness and 30-day mortality in a cohort of patients admitted to hospital. *Eur J Clin Invest.* 2012;42(2):146-52. doi:10.1111/j.1365-2362.2011.02571.x.
45. Solovyeva AE, Kobalava ZD, Villevalde SV, et al. Prognostic value of liver stiffness in decompensated heart failure: results of prospective observational transient elastography-based study. *Kardiologiia.* 2018;58(10S):20-32. (In Russ.) Соловьева А.Е., Кобалава Ж.Д., Виллеальде С.В. и др. Прогностическое значение плотности печени при декомпенсации сердечной недостаточности: результаты проспективного наблюдательного исследования, основанные на данных непрямой эластометрии. *Кардиология.* 2018;58(10S):20-32. doi:10.18087/cardio.2488.
46. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur J Heart Fail.* 2016;18(8):891-975. doi:10.1002/ehf.592.
47. Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, et al. 2017 ACC/AHA/HFSA Focused Update of 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Failure Society of America. *Circulation.* 2017;136(6):e137-e161. doi:10.1161/CIR.0000000000000509.
48. Gargani L, Sicari R, Raciti M, et al. Efficacy of a remote web-based lung ultrasound training for nephrologists and cardiologists: a LUST trial sub-project. *Nephrol Dial Transplant.* 2016;31(12):1982-1988. doi:10.1093/ndt/gfw329.
49. Pivetta E, Goffi A, Nazerian P, et al. Lung ultrasound integrated with clinical assessment for the diagnosis of acute decompensated heart failure in the emergency department: a randomized controlled trial. *Eur J Heart Fail.* 2019;21(6):754-766. doi:10.1002/ehf.1379.
50. Araiza-Garaygordobil D, Gopar-Nieto R, Martinez-Amezcuca P, et al. A randomized controlled trial of lung ultrasound-guided therapy in heart failure (CLUSTER-HF study). *Am Heart J.* 2020;227:31-39. doi:10.1016/j.ahj.2020.06.003.
51. Wang Y, Gargani L, Barskova T, et al. Usefulness of lung ultrasound B-lines in connective tissue disease-associated interstitial lung disease: a literature review. *Arthritis Res Ther.* 2017;19(1):206. doi:10.1186/s13075-017-1409-7.
52. Ziol M, Handra-Luca A, Kettaneh A, et al. Noninvasive assessment of liver fibrosis by measurement of stiffness in patients with chronic hepatitis C. *Hepatology.* 2005;41(1):48-54. doi:10.1002/hep.20506.
53. Fraquelli M, Rigamonti C, Casazza G, et al. Reproducibility of transient elastography in the evaluation of liver fibrosis in patients with chronic liver disease. *Gut.* 2007;56(7):968-73. doi:10.1136/gut.2006.111302.
54. Bikdeli B, Madhavan MV, Jimenez D, et al. COVID-19 and Thrombotic or Thromboembolic Disease: Implications for Prevention, Antithrombotic Therapy, and Follow-Up: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol.* 2020;75(23):2950-2973. doi:10.1016/j.jacc.2020.04.031.