

КЛИНИЧЕСКИЙ ОПЫТ

Прикроватная ультразвуковая оценка венозного застоя по протоколу VExUS при хронической сердечной недостаточности: клинические ассоциации и прогностическое значение

Кобалава Ж. Д.¹, Асланова Р. Ш.^{1,2*}, Сафарова А. Ф.^{1,2}, Вацик-Городецкая М. В.²

¹Российский университет дружбы народов (РУДН), Москва

²Городская клиническая больница им. В. В. Виноградова, Москва

Цель. Оценить частоту, динамику, клинические ассоциации и прогностическое значение венозного застоя при прикроватном ультразвуковом исследовании (УЗИ) по протоколу VExUS у пациентов с декомпенсацией хронической сердечной недостаточности (ДХСН).

Материал и методы. В проспективное исследование включены 273 пациента старше 18 лет с ДХСН II-IV функционального класса (ФК) по классификации NYHA. Всем пациентам проводили стандартное клинико-лабораторное обследование, включая определение NT-proBNP, инструментальные исследования, в т.ч. непрямую фиброэластометрию (НФЭМ), УЗИ легких. Для оценки венозного застоя с помощью прикроватного УЗИ по протоколу VExUS оценивали диаметр нижней полой вены (НПВ) и определяли степень тяжести застоя на основании отклонения доплеровских кривых печеночных, портальной и почечных вен. Венозный застой устанавливали при диаметре НПВ ≥ 2 см. Для оценки легочного застоя проводили УЗИ легких по 8-зонному протоколу, за легочный застой принимали сумму В-линий ≥ 5 . Все пациенты получали стандартную терапию сердечной недостаточности. Статистический анализ выполнен в программе SPSS Statistics, версия 26.0.

Результаты. При поступлении у пациентов с ДХСН при прикроватном УЗИ по протоколу VExUS выявлена высокая частота венозного застоя (75,8%): незначительный застой – у 35,5%, умеренный застой – у 12,8%, тяжелый застой – у 27,5% пациентов. Частота венозного застоя при выписке составила 48,7%: незначительный застой в 28,2%, умеренный застой в 9,5%, тяжелый застой в 11,0% случаях. Легочный застой при поступлении выявлен в 98,9% случаев. Венозный застой ассоциировался с тяжестью сердечной недостаточности, уровнем NT-proBNP, частотой острого почечного повреждения (ОПП), фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ), плотностью печени по данным НФЭМ, суммой В-линий (УЗИ легких). Установлена прогностическая роль венозного застоя по протоколу VExUS в отношении повторной госпитализации по поводу ДХСН и комбинированной конечной точки (госпитализация по поводу ДХСН + смерть от всех причин) в течение 12 месяцев.

Заключение. Установленные частота, ассоциации и прогностическое значение венозного застоя у пациентов с ДХСН свидетельствуют о целесообразности проведения прикроватного УЗИ по протоколу VExUS, как доступного неинвазивного метода, для оптимизации терапии и стратификации риска.

Ключевые слова: ДХСН, прикроватное ультразвуковое исследование, венозный застой, VExUS, NT-proBNP, УЗИ легких.



Для цитирования: Кобалава Ж. Д., Асланова Р. Ш., Сафарова А. Ф., Вацик-Городецкая М. В. Прикроватная ультразвуковая оценка венозного застоя по протоколу VExUS при хронической сердечной недостаточности: клинические ассоциации и прогностическое значение. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. 2023;19(4):341-349. DOI:10.20996/1819-6446-2023-2921. EDN XAWBGY

Bedside ultrasound assessment of venous congestion by VExUS protocol in heart failure: clinical associations and prognostic value

Kobalava Zh. D.¹, Aslanova R. Sh.^{1,2*}, Safarova A. F.^{1,2}, Vatsik-Gorodetskaya M. V.²

¹Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia V

²Vinogradov City Clinical Hospital, Moscow, Russia

Aim. To evaluate the frequency, dynamics, clinical associations and prognostic value of venous congestion at bedside ultrasound using VExUS protocol in patients with decompensated heart failure (HF).

Material and methods. This prospective study included 273 patients over 18 years old with NYHA class II-IV decompensated HF. All patients underwent standard clinical and paraclinical analysis, including NT-proBNP determination, transient elastometry and lung ultrasound. To assess venous congestion by bedside ultrasound using the VExUS protocol, the inferior vena cava (IVC) diameter was estimated and the congestion severity was determined on the deviation of Doppler curves of hepatic, portal and renal veins. If the IVC diameter was ≥ 2 cm, venous congestion was determined. To assess pulmonary congestion, lung ultrasound (LUS) was performed according to the 8-zone protocol, and the sum of B-lines ≥ 5 was taken as pulmonary congestion. All patients received standard therapy for heart failure. Statistical analysis was performed in SPSS Statistics program, version 26.0.

Results. A high detection rate of venous congestion (75,8%) was revealed in patients with decompensated HF on admission at bedside ultrasound examination according to the VExUS protocol: mild – in 35,5%, moderate – in 12,8%, severe – in 27,5% of patients. The detection rate of venous congestion at discharge was 48,7%: mild – in 28,2%, moderate – in 9,5%, and severe – in 11,0% of cases. Pulmonary congestion on admission was detected in 98,9% of cases. Venous congestion was associated with the severity of HF, NT-proBNP level, renal and cardiac dysfunction, liver stiffness and sum of B-lines. The prognostic role of venous congestion according to the VExUS protocol on re-hospitalization for decompensated HF and the combined endpoint (hospitalization for decompensated HF + all-cause death) at 12 months was established.

Conclusion. The established incidence, associations, and prognostic value of venous congestion in patients with decompensated HF suggest the utility of bedside ultrasound using the VExUS protocol as an available noninvasive method to optimize therapy and risk stratification.

Keywords: decompensated HF, bedside ultrasound, venous congestion, VExUS, NT-proBNP, acute kidney injury.

For citation: Kobalava Zh. D., Aslanova R.Sh., Safarova A. F., Vatsik-Gorodetskaya M.V. Bedside ultrasound assessment of venous congestion by VExUS protocol in heart failure: clinical associations and prognostic value. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2023;19(4):341-349. DOI:10.20996/1819-6446-2023-2921. EDN XAWBGY

*Corresponding Author (Автор, ответственный за переписку): rena.aslan@yandex.ru

Received/Поступила: 21.06.2023

Review received/Рецензия получена: 28.06.2023

Accepted/Принята в печать: 22.09.2023

Введение

Ведущим патофизиологическим механизмом развития, лежащим в основе декомпенсации хронической сердечной недостаточности (ДХСН) и ассоциированного повреждения органов-мишеней, является системный застой [1]. Застой определяется как скопление жидкости во внутрисосудистом и внесосудистом пространстве в результате повышенного давления наполнения. Термины «застой» и «перегрузка жидкостью» часто используются взаимозаменяемо, однако эти состояния не являются синонимами [2].

Хотя у большинства пациентов с ДХСН наблюдается сочетание застоя и перегрузки объемом, определение преобладающего фенотипа целесообразно для выбора подходящей терапевтической стратегии. Также, как и прогрессирующий застой, предшествующий ДХСН, остаточный застой при выписке из стационара недооценивается, что связано с более высокими показателями повторной госпитализации и смертности [3-5].

Традиционные симптомы и признаки застойных явлений имеют ограниченную диагностическую точность для характеристики и количественной оценки ее тяжести [2]. Катетеризация правых отделов сердца или удаленный мониторинг легочного артериального давления с помощью беспроводного устройства, имплантированного в легочную артерию, — наиболее специфические методы оценки степени внутрисосудистого застоя. Однако, инвазивность метода в первом случае и стоимость устройства во-втором, являются основными ограничениями для их использования. В связи с чем возникает необходимость применения новых маркеров застоя и интеграции клинических параметров, биомаркеров и методов визуализации для объективизации застоя и его динамики у пациентов с сердечной недостаточностью (СН). В настоящее время ультразвуковое исследование (УЗИ) занимает лидирующее место среди визуализирующих методов исследования, объединяя клиническую и инструментальную прикроватную оценку состояния пациентов. УЗИ легких является полезным прикроватным инструментом для оценки интерстициального застоя в легких, прочно вошедшим в клиническую практику [4, 6, 7].

В ранее опубликованных исследованиях продемонстрирована ультразвуковая оценка диаметра нижней полой вены (НПВ) в качестве прикроватно-

го неинвазивного маркера центрального венозного давления (ЦВД) [8, 9]. Однако, с одной стороны изолированная оценка диаметра НПВ имеет свои ограничения, с другой стороны ЦВД неточно отражает венозную преднагрузку или застой у пациента. В настоящее время предложена система классификации прикроватного доплеровского УЗИ (VExUS) для количественной оценки объемной перегрузки в печеночных, портальной и почечных венах [10].

Актуальным является внедрение новой прикроватной методики определения венозного застоя с помощью оценки диаметра НПВ и анализа доплеровских кривых печеночно-почечных вен, с целью определения фенотипа и тяжести застоя, тактики лечения и стратификации риска у пациентов с ДХСН.

Цель исследования — оценить частоту, динамику, клинические ассоциации и прогностическое значение венозного застоя при прикроватном УЗИ по протоколу VExUS у пациентов с ДХСН.

Материал и методы

Проведено одноцентровое проспективное исследование, в которое включены 273 пациента в возрасте старше 18 лет, с любой фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ), II-IV ФК по NYHA, госпитализированных в ГКБ им. В.В. Виноградова, обследуемые в центре СН. ДХСН диагностирована в соответствии с клиническими рекомендациями [11] на основании общепринятых критериев. Критерии невключения: острый коронарный синдром, терминальная СН и хроническая болезнь почек (ХБП), отечный синдром некардиальной этиологии, обострение бронхолегочной инфекции, первичная патология печени, острый гепатит с повышением уровня трансаминаз > 5 верхней границы нормы, тяжелые соматические заболевания, злокачественные новообразования, СН алкогольной этиологии, новая коронавирусная инфекция.

Клинико-демографическая и инструментальная характеристика включенных в исследование пациентов представлена в табл. 1. Все пациенты во время госпитализации получали стандартную терапию: петлевые диуретики — 100%, антагонисты минералокортикоидных рецепторов (АМКР) — 79,4%, ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента (иАПФ)/блокаторы рецепторов ангиотензина (БРА)/

Таблица 1. Клинико-демографическая характеристика пациентов с ДХСН (n=273).

Параметры	Значение
Пол, муж, n (%)	155 (56,7)
Возраст, годы	72 [63; 82]
ИМТ, кг/м ²	32,6 [27,7; 38,2]
САД / ДАД мм рт.ст.	128 [113; 145] / 73 [65; 83]
ФК СН (НУНА): II, n (%)	28 (10,3)
III, n (%)	103 (37,7)
IV, n (%)	142 (52)
ШОКС, баллы	10 [7,5; 13]
ФВ ЛЖ, %	43 [32; 55]
ФВ ЛЖ, %	
<40%, n	106 (38,8)
41-49%, n	82 (30)
≥50%, n	85 (31,2)
Диаметр НПВ, см	2,3 [2,0; 2,6]
СДЛА, мм рт.ст.	47 [35; 60]
Сумма В-линии (УЗИ легких), n	31,0 [12; 64]
Гидроторакс, n, %	30 (11)
Плотность печени, кРа	12,4 [7,7; 22,5]
ГБ, n (%)	244 (89,4)
ИБС, n (%)	140 (51,3)
ФП, n (%)	172 (63)
СД 2 типа, n (%)	97 (35,5)
ХБП, n (%)	184 (67,4)
Увеличение веса за неделю до госпитализации, n (%)	205 (75,5)
АЛТ, Е/л	22,1 [14,9; 36,0]
АСТ, Е/л	25,4 [19,1; 34,2]
Общий билирубин, мкмоль/л	19,3 [12,2; 29,6]
Щелочная фосфатаза, Е/л	129 [95; 176]
ЛДГ, Е/л	246 [203; 304]
ГТПП, Е/л	56 [37; 79]
Мочевая кислота, мкмоль/л	459,5 [360,5; 581,3]
Креатинин, мкмоль/л	105 [87; 131]
СКФ, мл/мин/1,73м ²	54 [41; 67]
NT-proBNP, пг/мл	1743 [1018; 2957]
Данные представлены как медиана и межквартильный интервал – Me [Q1; Q3].	
ИМТ – индекс массы тела, САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление, ФК СН – функциональный класс сердечной недостаточности, ШОКС – шкала оценки клинического состояния, ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка, НПВ – нижняя полая вена, СДЛА – систолическое давление в легочной артерии, ГБ – гипертоническая болезнь, ИБС – ишемическая болезнь сердца, ФП – фибрилляция предсердий, СД 2 типа – сахарный диабет 2 типа, ХБП – хроническая болезнь почек, АЛТ – аланинаминотрансфераза, АСТ – аспарагинаминотрансфераза, ЛДГ – лактатдегидрогеназа, ГТПП – гамма-глутамилтранспептидаза, СКФ – скорость клубочковой фильтрации, NT-proBNP – NT-концевой фрагмент предшественника мозгового proBNP натрийуретического пептида.	

ангиотензиновых рецепторов и неприлизина ингибитор (АРНИ) – 90,5%, бета-блокаторы – 95,4%, оральные антикоагулянты – 63%, сердечные гликозиды – 58%. Набор пациентов производился до внедрения в терапию СН препаратов группы ингибиторов натрий-глюкозного котранспортера 2-го типа (иНГЛТ-2).

Исследование было выполнено в соответствии с положениями Хельсинкской декларации. При поступлении в стационар все пациенты подписывали информированное согласие, протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом.

При поступлении всем пациентам в течение 48 часов от момента госпитализации проводили стандартное клинико-лабораторное обследование, в том

числе определяли NT-концевой фрагмент предшественника мозгового proBNP натрийуретического пептида (NT-proBNP), оценивали клиническое состояние по шкале ШОКС, проводили стандартное эхокардиографическое (ЭХО-КГ) исследование, непрямую фиброэластометрию печени, УЗИ легких с оценкой количества В-линий.

Оценка венозного застоя при прикроватном УЗИ по протоколу VExUS проводилась на аппарате VIVID E-90 (GE, Healthcare) с помощью секторного и абдоминального датчиков, с оценкой диаметра НПВ, формы кровотоков печеночных, портальной и междолевых вен почек в режиме импульсно-волновой доплерографии с одновременной регистрацией электрокардиограммы на мониторе ультразвуково-

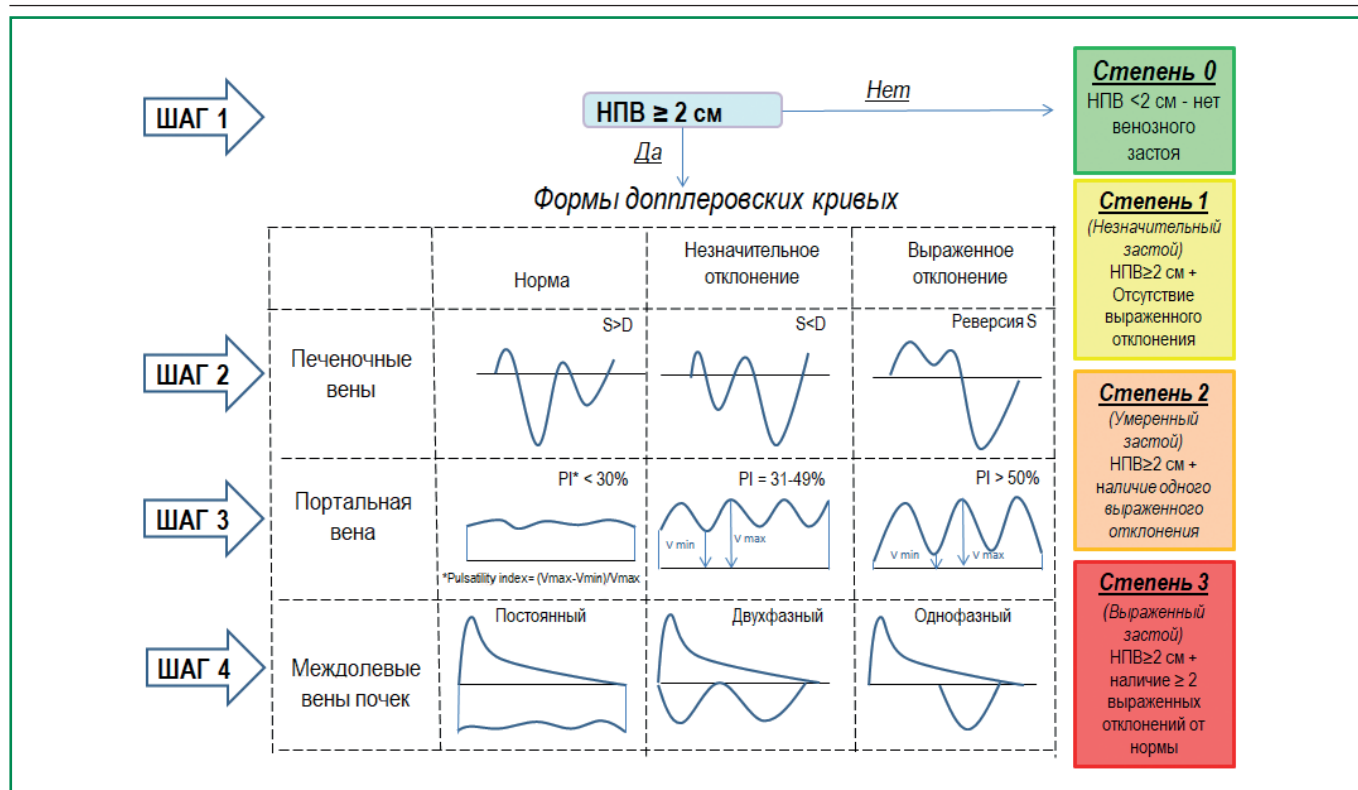


Рисунок 1. Пошаговая оценка венозного застоя по протоколу VExUS (адаптировано из [10]).

го аппарата на выдохе. При диаметре НПВ $\geq 2,0$ см, согласно протоколу VExUS, последовательно оценивали форму кровотока портальной, печеночных и почечных вен. При доплерографии печеночных вен в норме систолическая фаза должна быть большей амплитуды, чем диастолическая фаза (S>D). При доплерографии воротной вены рассчитывали индекс пульсации (ИП) по формуле $ИП = [(V_{max} - V_{min}) * 100\%]$, который в норме должен быть менее 30%. Для внутрипочечного венозного кровотока нормой считается непрерывная доплеровская кривая. Пошаговая оценка венозного застоя и ее тяжести представлена на рис. 1.

Оценка легочного застоя проводилась с помощью УЗИ легких на аппарате VIVID E-90 (GE, Healthcare) с подсчетом суммы В-линий по 8-зонной методике. За легочный застой принимали сумму В-линий ≥ 5 .

Плотность печени оценивали с помощью непрямой фиброэластометрии (НФЭМ) на аппарате FibroScan® 502 touch (Echosens, Франция) по стандартной методике согласно шкале METAVIR. Для определения стадии фиброза использовали параметры жесткости печени, выраженные в килопаскалях (кПа, кПа).

Оценку краткосрочных и долгосрочных исходов проводили с помощью телефонных контактов через 1, 3, 6 и 12 месяцев после выписки и обработки базы ЕМИАС. В качестве конечных точек были выбраны: повторная госпитализация по поводу ДХСН и комбинированная конечная точка (регоспитализация по поводу ДХСН и смерть от всех причин).

Статистический анализ выполняли с помощью пакетов программ Statistica (версия 10.0; Statsoft), MedCalc Software's VAT Version 19.0 и SPSS (версия 26.0). Количественные данные представлены как медиана (Me) и интерквартильный размах (IQR). Статистическую значимость различий между двумя группами по количественным переменным оценивали при помощи U-критерия Манна-Уитни, Краскела-Уоллиса. Качественные переменные представляли абсолютными (n) и относительными (%) значениями. Для сравнения групп по частоте качественных переменных использовали критерий хи-квадрат Пирсона (χ^2). Для оценки прогностической значимости разных методов в отношении риска наступления смерти или повторной госпитализации по поводу ДХСН использовали одно- и многофакторные модели регрессионного анализа Кокса. Результаты считали статистически значимыми при уровне $p < 0,05$. Вероятность выживания оценивали методом построения кривых выживаемости Каплана-Мейера, сравнение производили с помощью лог-рангового критерия.

Результаты

Частота выявления венозного застоя по протоколу VExUS при поступлении составила 75,8%, при выписке 48,7%. На рис. 2 представлена динамика венозного застоя по протоколу VExUS при поступлении и выписке. Длительность госпитализации составила 5 ± 2 дней.

Таблица 2. Сравнительная характеристика пациентов в зависимости от наличия и отсутствия венозного застоя по протоколу VexUS при поступлении (n=273).

Параметры	Пациенты без венозного застоя (n=66)	Пациенты с венозным застоем (n=207)	p
Возраст, годы	76 [70; 84]	69 [61; 81]	0,001
Пол, муж, n (%)	24 (36,4)	131 (63,3)	<0,001
Увеличение веса за неделю до госпитализации, n (%)	8 (12,1)	199 (96,1)	<0,001
ФК СН (НУНА): II, n (%)	24 (36,4)	4 (1,9)	<0,001
III, n (%)	42 (63,6)	62 (29,9)	
IV, n (%)	-	141 (68,1)	
ШОКС, баллы	7 [6; 8]	12 [9; 14]	<0,001
ФВ ЛЖ, %	50 [40; 58]	41 [30; 51]	<0,001
ФВ ЛЖ, %			
<40%, n	42 (30)	64 (48,1)	<0,001
41-49%, n	44 (31,4)	38 (28,6)	
≥50%, n	54 (38,6)	31 (23,3)	
СДЛА, мм рт.ст.	33 [27; 40]	53 [42; 62]	<0,001
Плотность печени, кРа	6,1 [5,2; 9,1]	15,3 [9,8; 24,6]	<0,001
Диаметр НПВ, см	1,7 [1,6; 1,8]	2,4 [2,2; 2,7]	<0,001
Сумма V-линий, n	28,0 [18,7; 33]	36,4 [21,0; 50,0]	0,001
Гидроторакс, n,%	-	30 (14,5)	
Железо, ммоль/л	10,3 [6,5; 14,5]	6,9 [5,3; 10,9]	0,012
Мочевая кислота, ммоль/л	385,5 [300,4; 509,2]	482,3 [378,2; 585,5]	0,006
Креатинин, мкмоль/л	99 [82; 120]	106 [88; 132]	0,07
АЛТ, Е/л	20,8 [14,9; 28,8]	23,1 [14,9; 40,7]	0,64
АСТ, Е/л	23,4 [18,4; 30,3]	26,4 [19,5; 37,0]	0,29
ЛДГ, Е/л	211,5 [168,3; 260,0]	267,1 [207,5; 314,1]	0,11
ГГТП, Е/л	35 [21; 47]	67 [46; 98]	<0,001
Щелочная фосфатаза, Е/л	93 [79; 110]	147 [105; 192]	<0,001
Альбумин, г/л	38,1 [36,2; 39,4]	35,5 [31,8; 37,7]	<0,001
Общий билирубин, мкмоль/л	12,8 [9,6; 18,5]	22,1 [14,3; 32,5]	0,002
NT-proBNP, пг/мл	963 [506; 1678]	1987 [1309; 3290]	<0,001

Данные представлены как медиана и межквартильный интервал – Ме [Q1; Q3].

ФК СН – функциональный класс сердечной недостаточности, ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка, СДЛА – систолическое давление в легочной артерии, АЛТ – аланинаминотрансфераза, АСТ – аспарагинаминотрансфераза, ЛДГ – Лактатдегидрогеназа, ГГТП – гамма-глутамилтранспептидаза, NT-proBNP – NT-концевой фрагмент предшественника мозгового proBNP натрийуретического пептида.

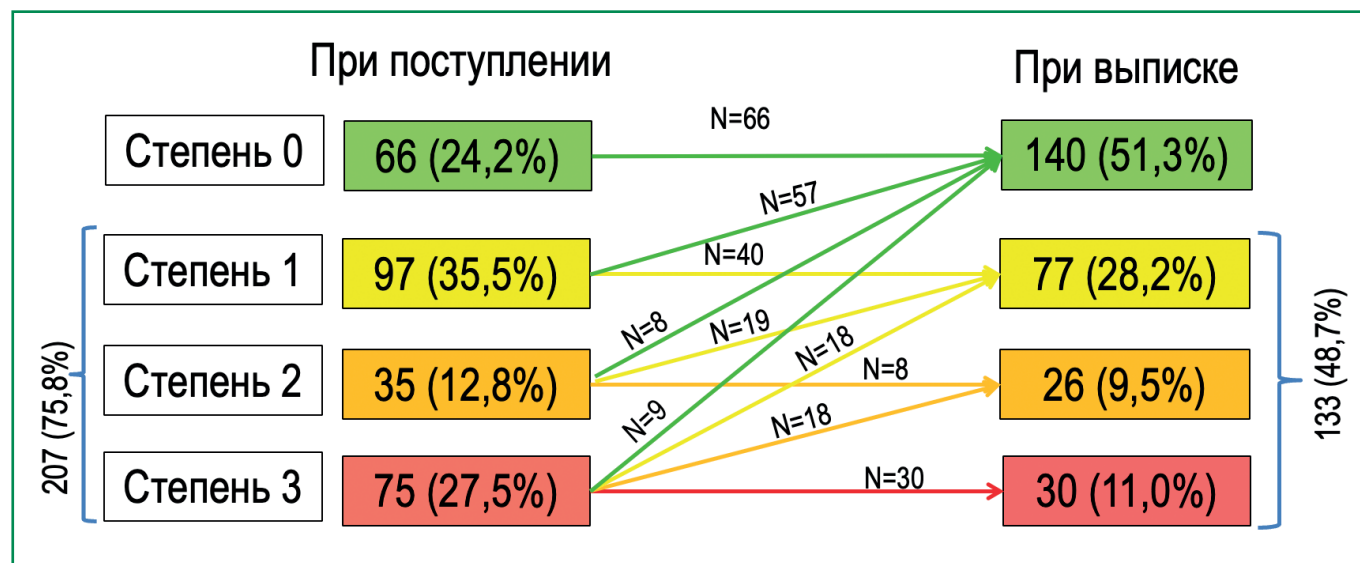


Рисунок 2. Динамика венозного застоя по протоколу VexUS у пациентов с ДХСН (n=273).

Таблица 3. Корреляционные связи венозного застоя с изучаемыми параметрами по протоколу VExUS у пациентов с ДХСН при поступлении и выписке (n=273).

Параметры	Поступление	Выписка
Пол, муж, n (%)	R=0,22; p<0,001	-
ФК СН (NYHA), n (%)	R=0,63; p<0,001	-
ФП, n (%)	R=0,19; p=0,001	-
ХБП, n (%)	R=0,17; p=0,003	-
Железо, ммоль/л	R=-0,23; p=0,002	-
Общий билирубин, мкмоль/л	R=0,22; p<0,001	R=0,29; p<0,001
Мочевина, ммоль/л	R=0,16; p=0,010	-
Мочевая кислота, ммоль/л	R=0,27; p<0,001	-
Креатинин, мкмоль/л	R=0,21; p<0,001	R=0,16; p=0,008
NT-proBNP, пг/мл	R=0,43; p<0,001	R=0,40; p<0,001
ОПП, n (%)	-	R=0,28; p<0,001
ФВ ЛЖ, %	R=-0,31; p<0,001	-
СДЛА, мм рт.ст.	R=0,51; p<0,001	-
УЗИ легких: В-линии, n	R=0,26; p<0,001	R=0,41; p<0,001
НФЭМ: Плотность печени, кРа	R=0,58; p<0,001	R=0,67; p<0,001

Данные представлены как коэффициент корреляции R и уровень статистической значимости p.

ФК СН – функциональный класс сердечной недостаточности, ФП – фибрилляция предсердий, ХБП – хроническая болезнь почек, NT-proBNP – NT-концевой фрагмент предшественника мозгового proBNP натрийуретического пептида, ОПП – острое почечное повреждение, ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка, СДЛА – систолическое давление в легочной артерии, НФЭМ – непрямая фиброэластометрия печени.

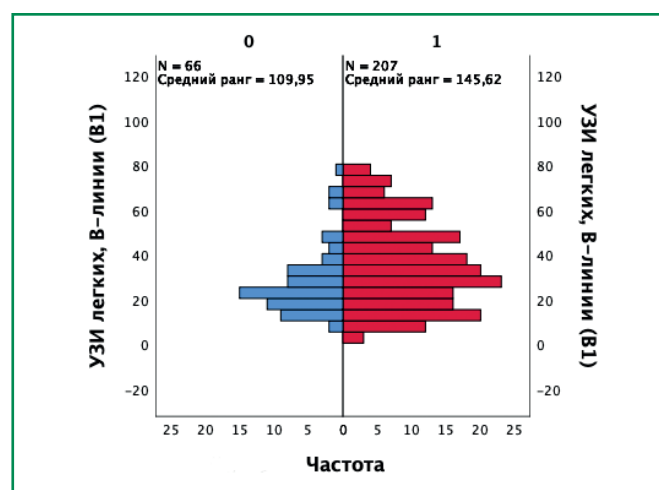


Рисунок 3. Сумма В-линий у пациентов с ДХСН с отсутствием и наличием венозного застоя.

В табл. 2 представлена сравнительная характеристика пациентов в зависимости от наличия и отсутствия венозного застоя при поступлении. Пациенты с венозным застоем отличались более тяжелым клиническим статусом: высоким функциональным классом СН по NYHA и уровнем NT-proBNP, более выраженными структурно-функциональными изменениями левого и правого желудочков, худшими показателями почечной и печеночной функции, и высокими значениями плотности печени по данным НФЭМ по сравнению с пациентами без венозного застоя. Сумма В-линий при УЗИ легких у пациентов с венозным застоем была статистически значимо выше (рис. 3). Частота гидроторакса в данной группе пациентов составила 14,5%.

Легочный застой при поступлении наблюдался в 98,9% случаев. В 74,7% случаях пациенты имели венозный и легочный застой, в 24,3% – изолированный легочный застой и только в 1,1% – изолированный венозный застой.

Взаимосвязь венозного застоя по протоколу VExUS при поступлении и выписке с изучаемыми параметрами представлена в табл. 3.

За период наблюдения 85 пациентов были повторно госпитализированы по поводу ДХСН, у 143 пациентов достигнута комбинированная конечная точка. Многофакторный регрессионный анализ, включивший пол, возраст, плотность печени по данным НФЭМ, ФВ ЛЖ менее 40%, ФВ ЛЖ менее 50%, ишемическую болезнь сердца (ИБС), гипертоническую болезнь (ГБ), фибрилляцию предсердий (ФП), сахарный диабет 2 типа, ХБП, креатинин, скорость клубочковой фильтрации (СКФ), показал, что только сохраняющийся венозный застой при выписке (ОР 1,73, 95% ДИ 1,12-2,69, p=0,014) являлся независимым предиктором наступления первичной конечной точки (повторная госпитализация по поводу ДХСН) (рис. 4А).

По данным многофакторного регрессионного анализа Кокса, включивший пол, возраст, ФВ ЛЖ <40%, ИБС, ФП, острое почечное повреждение, гемоглобин, креатинин, СКФ, установлено, что венозный застой при выписке (ОР 1,60, 95% ДИ 1,13-2,28, p=0,009), ХБП (ОР 1,51, 95% ДИ 1,04-2,21, p=0,032), ГБ (ОР 0,61, 95% ДИ 0,38-0,96, p=0,033), ФВ ЛЖ <50% (ОР 1,57, 95% ДИ 1,07-2,28, p=0,019) независимо ассоциировались с более высокой вероятностью достижения комбинированной конечной точки (рис. 4Б).

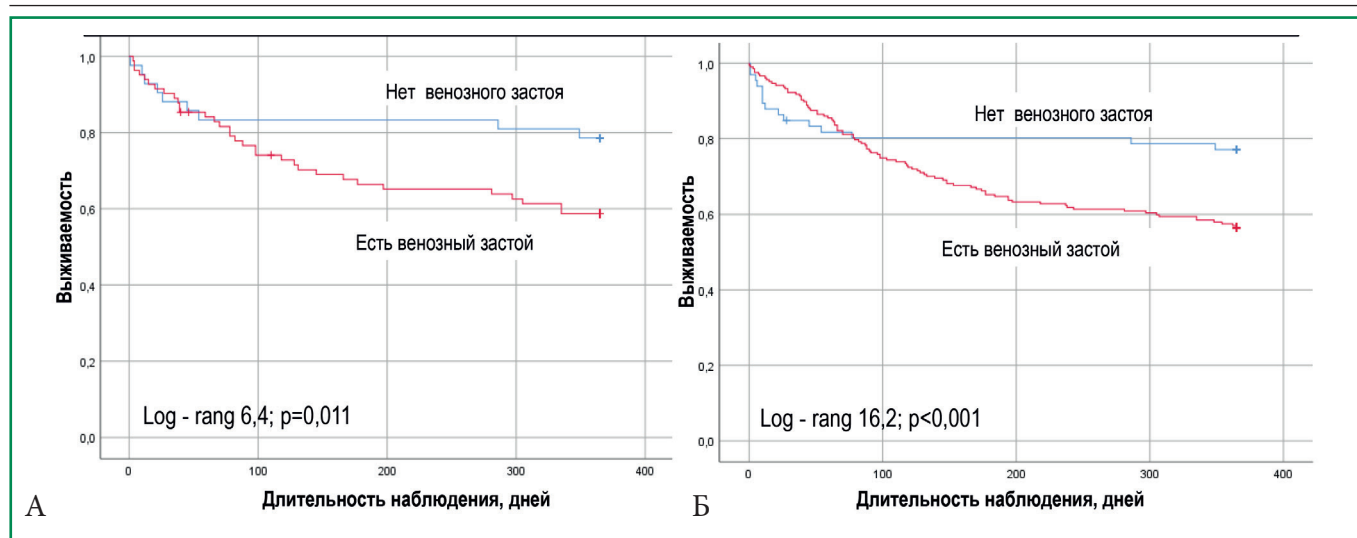


Рисунок 4. Кривые Каплана-Майера кумулятивной вероятности выживания в зависимости от наличия венозного застоя при выписке: А – повторные госпитализации по поводу ДХСН (Log-rank 6,4; $p=0,011$); Б — комбинированные конечные точки (Log-rank 16,2; $p<0,001$).

Обсуждение

Нами проведено исследование частоты, тяжести и ассоциаций венозного застоя по протоколу VExUS у 273 пациентов, госпитализированных с ДХСН. Установлено, что венозный застой выявлен в 75,8% случаях, преобладали лица мужского пола, чаще регистрировались низкая ФВ ЛЖ (<40%) и высокий ФК СН по NYHA. Пациенты с венозным застоем были моложе, отличались более высоким уровнем NT-proBNP, нарушениями почечной и печеночной функции, а также более выраженными структурно-функциональными изменениями левого и правого желудочков по сравнению с пациентами без венозного застоя. Продемонстрированы статистически значимые корреляции венозного застоя по протоколу VExUS с плотностью печени (НФЭМ) и суммой V-линий по данным УЗИ легких. Большинство пациентов (74,7%) имели застой по обоим кругам кровообращения, в 24,3% – только по малому кругу кровообращения и в 1,1% – только по большому кругу кровообращения. Таким образом, совместное использование прикроватного УЗИ легких и протокола VExUS выявило наличие интерстициального застоя и объемной перегрузки, что дало возможность выделения фенотипов застоя.

Нами впервые в российской популяции у пациентов с ДХСН изучены ультразвуковые параметры венозного застоя, а также оценены частота, тяжесть и прогностическое значение венозного застоя по протоколу VExUS при поступлении и выписке. Застой является одним из основных признаков СН, и поэтому на сегодняшний день диагностика и оценка его тяжести является краеугольным камнем при ведении пациентов с СН.

Концепция сосудистого перераспределения предполагает, что повышенный венозный тонус приводит к перераспределению жидкости из периферической венозной системы в центральную сердечно-легочную циркуляцию, при этом повышается внутрисосудистое гидростатическое давление без увеличения общего объема крови. Напротив, объемная перегрузка жидкостью является более латентным явлением, возникающим в результате задержки натрия и воды в почечных канальцах, а также из-за дисбаланса между гидростатическим и онкотическим давлением внутрисосудистого и интерстициального отделов [2]. Известно, что у многих пациентов, госпитализированных с СН, не происходит оптимального устранения застойных явлений во время выписки [5], что приводит к декомпенсации ХСН и повторной госпитализации. После выписки пациенты должны тщательно контролироваться на амбулаторном этапе. Разработка новых ультразвуковых критериев венозного застоя необходима для быстрого определения тактики лечения, выявления скрытого застоя и дальнейшего амбулаторного наблюдения.

В нашей работе продемонстрированы корреляции венозного застоя по протоколу VExUS с ФВ ЛЖ ($R=-0,31$, $p<0,001$), уровнем систолического давления в легочной артерии (СДЛА) ($R=0,51$, $p<0,001$). Полученные данные согласуются с работой N. Bouabdallaoui и соавторов [12], включившие оценку доплеровских кривых портальной вены в шкалу EVEREST у 95 пациентов госпитализированных с ДХСН; было показано, что пациенты с индексом пульсации портальной вены >50% при поступлении характеризовались более тяжелой дисфункцией правого желудочка (TAPSE $15,9\pm 5,2$ мм) ($R=-0,434$, $p<0,001$), повышенными значениям

СДЛА ($57,7 \pm 11,6$ мм рт.ст.) ($R = -0,346$, $p = 0,001$) и общего билирубина (медиана $23,5 \pm 15,6$ мг/дл) ($p = 0,015$).

Впервые продемонстрировано прогностическое влияние венозного застоя по протоколу VexUS у пациентов с ДХСН при выписке на повторную госпитализацию по поводу ДХСН и сердечно-сосудистую смертность в течение 12 месяцев, что сопоставимо с предыдущими исследованиями зарубежных исследователей [13-17].

Ограничения исследования

Основным ограничением исследования является относительно небольшая выборка пациентов ($n = 273$), одноцентровой характер исследования и короткий срок наблюдения в течение 12 мес.

Использование протокола VExUS ограничено при следующих факторах: невозможность задержки дыхания у пациента, наличие напряженного асцита, тяжелая трикуспидальная недостаточность, анатомические особенности левой почечной вены (сдавление левой почечной вены верхней брыжеечной артерией с развитием левосторонней почечной флебогипертензии) [18].

Очевидна необходимость крупного контролируемого исследования, в котором бы изучали эффективность протокола VExUS для оценки волемического статуса, а также выявления субклинического и остаточного застоя у пациентов с вероятной или установленной СН.

Заключение

Выявление венозного и легочного застоя имеет исключительно важное значение для понимания патофизиологии СН и фенотипирования застоя, дифференциального подхода к терапии и своевременного предотвращения декомпенсации сердечной деятельности.

Прикроватная ультразвуковая оценка венозного застоя по протоколу VExUS является доступным неинвазивным методом для оценки степени тяжести и контроля венозного застоя в динамике и может применяться с целью прогностического влияния у пациентов с ДХСН. Независимое неблагоприятное прогностическое значение венозного застоя по протоколу VExUS при выписке может позволить улучшить стратификацию пациентов, госпитализированных с ДХСН, по риску неблагоприятных исходов.

Отношения и Деятельность. Нет.
Relationships and Activities. None.

Финансирование. Исследование проведено при поддержке Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы.

Funding. The study was performed with the support of Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba.

References/Литература

1. Tereshchenko SN, Zhiron IV, Nasonova SN, et al. Acute decompensation of heart failure: state of the problem. *Ter. Arkh.* 2022;94(9):1047-1051 (In Russ.) [Терещенко С.Н., Жиров И.В., Насонова С.Н. и др. Острая декомпенсация сердечной недостаточности: состояние проблемы. *Терапевтический архив.* 2022;94(9):1047-1051] DOI:10.26442/00403660.2022.09.201839.
2. de la Espriella R, Santas E, Zegri Reiriz I, et al. Quantification and Treatment of Congestion in Heart Failure: A Clinical and Pathophysiological Overview. *Nefrologia (Engl Ed).* 2021;S0211-6995(21)00114-4. DOI:10.1016/j.nefro.2021.04.006.
3. Kobalava ZD, Tolкачева VV, Sarlykov BK, et al. Integral assessment of congestion in patients with acute decompensated heart failure. *Russian Journal of Cardiology.* 2022;27(2):4799 (In Russ.) [Кобалава Ж.Д., Толкачева В.В., Сарлыков Б.К., и др. Интегральная оценка застоя у пациентов с острой декомпенсацией хронической сердечной недостаточности. *Российский кардиологический журнал.* 2022;27(2):4799]. DOI:10.15829/1560-4071-2022-4799.
4. Kobalava ZD, Safarova AF, Soloveva AE, et al. Pulmonary congestion by lung ultrasound in decompensated heart failure: associations, in-hospital changes, prognostic value. *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.
5. O'Connor CM, Stough WG, Gallup DS, et al. Demographics, clinical characteristics, and outcomes of patients hospitalized for decompensated heart failure: observations from the IMPACT-HF registry. *J Card Fail.* 2005;11(3):200-5. DOI:10.1016/j.cardfail.2004.08.160.
6. Kobalava ZhD, Cabello Montoya FE, Safarova AF, et al. Prognostic value of the inferior vena cava diameter, lung ultrasound, and the NT-proBNP level in patients with acute decompensated heart failure and obesity. *Bulletin of Siberian Medicine.* 2023;22(1):33-40 (In Russ.) [Кобалава Ж.Д., Кабельо Монтойа Ф.Э., Сафарова А.Ф., и др. Прогностическое значение диаметра нижней полой вены, ультразвукового исследования легких и NT-proBNP у пациентов с декомпенсацией хронической сердечной недостаточности и ожирением. *Бюллетень сибирской медицины.* 2023;22(1):33-40] DOI:10.20538/1682-0363-2023-1-33-40.
7. Demi L, Wolfram F, Klersy C, et al. New International Guidelines and Consensus on the Use of Lung Ultrasound. *J Ultrasound Med.* 2023;42(2):309-344. DOI:10.1002/jum.16088.
8. Mareev YuV, Dzhoieva ON, Zorya OT, 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. Фокусное ультразвуковое исследование в практике врача-кардиолога. *Российский согласительный документ. Кардиология.* 2021;61(11):4-23]. DOI:10.18087/cardio.2021.11.n1812.
9. Pellicori P, Carubelli V, Zhang J, et al. IVC diameter in patients with chronic heart failure: relationships and prognostic significance. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2013;6(1):16-28. DOI:10.1016/j.jcmg.2012.08.012.
10. Beaubien-Souligny W, Rola P, Haycock K, et al. Quantifying systemic congestion with Point-Of-Care ultrasound: development of the venous excess ultrasound grading system. *Ultrasound J.* 2020;12(1):16. DOI:10.1186/s13089-020-00163-w.
11. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al.; ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J.* 2021;42(36):3599-726. DOI:10.1093/eurheartj/ehab368.
12. Wells ML, Fenstad ER, Poterucha JT, et al. Imaging Findings of Congestive Hepatopathy. *Radiographics.* 2016;36(4):1024-37. DOI:10.1148/rg.2016150207.
13. 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.
14. Denault A, Couture EJ, De Medicis E, et al. Perioperative Doppler ultrasound assessment of portal vein flow pulsatility in high-risk cardiac surgery patients: a multicentre prospective cohort study. *Br J Anaesth.* 2022;129(5):659-669. DOI:10.1016/j.bja.2022.07.053.
15. Eljaiek R, Cavayas YA, Rodrigue E, et al. High postoperative portal venous flow pulsatility indicates right ventricular dysfunction and predicts complications in cardiac surgery patients. *Br J Anaesth.* 2019;122(2):206-214. DOI:10.1016/j.bja.2018.09.028.

16. Argaiz ER, Rola P, Gamba G. Dynamic Changes in Portal Vein Flow during Decongestion in Patients with Heart Failure and Cardio-Renal Syndrome: A POCUS Case Series. *Cardiorenal Med.* 2021;11(1):59-66. DOI:10.1159/000511714.
17. Bhardwaj V, Vikneswaran G, Rola P, et al. Combination of Inferior Vena Cava Diameter, Hepatic Venous Flow, and Portal Vein Pulsatility Index: Venous Excess Ultrasound Score (VEXUS Score) in Predicting Acute Kidney Injury in Patients with Cardiorenal Syndrome: A Prospective Cohort Study. *Indian J Crit Care Med.* 2020;24(9):783-789. DOI:10.5005/jp-journals-10071-23570.
18. Movchan EA, Manakova YL, Galkina EV, Telegina TA. Nutcracker syndrome in nephrology practice. *Clinical nephrology.* 2019;2:44-48 (In Russ.) [Мовчан Е.А., Манакова Я.Л., Галкина Е.А., Телегина Т.А. Синдром щелкунчика в нефрологической практике. *Клиническая нефрология.* 2019;2:44-48] DOI:10.18565/nephrology.2019.244-48.

Сведения об Авторах/About the Authors

Кобалава Жанна Давидовна [Zhanna D. Kobalava]
eLibrary SPIN 9828-5409, ORCID 0000-0002-5873-1768
Асланова Рэна Шохлат-кызы [Rena Sh. Aslanova]
eLibrary SPIN 1196-7212, ORCID 0000-0003-0244-2112

Сафарова Айтен Фуад-кызы [Ayten F. Safarova]
eLibrary SPIN 2661-6501, ORCID 0000-0003-2412-5986
Вацик-Городецкая Мария Васильевна [Maria V. Vatsik-Gorodetskaya]
eLibrary SPIN 5531-0698, ORCID 0000-0001-9806-4464