



Особенности портокавального кровотока у пациентов с легочной артериальной гипертензией

Барковская М. К.¹, Кушнир В. В.¹, Мартынюк Т. В.^{1,2}

Цель. Провести сравнительный анализ ультразвуковой доплерографии портокавального кровотока с клинико-функциональным и гемодинамическим статусом пациентов с легочной артериальной гипертензией (ЛАГ).

Материал и методы. В исследование включены 42 пациента, с установленным диагнозом ЛАГ, госпитализированных в отдел легочной гипертензии (ЛГ) и заболеваний сердца ФГБУ "НМИЦ кардиологии им. акад. Е. И. Чазова" Минздрава России в период с 2022 по 2024гг. Диагноз устанавливался в соответствии с алгоритмом, предложенным в евразийских (2023) и российских рекомендациях по диагностике и лечению ЛГ (2024г)

Результаты. Согласно полученным данным венозных кривых портокавального кровотока, для пациентов подгруппы низкого риска обеих групп ЛАГ характерен только сдвиг А-волны на комплекс QRS без пульсации портального кровотока. В подгруппе высокого риска у всех пациентов с идиопатической ЛГ выявлена пульсация портального кровотока >50% и превышение высоты А-волны кавального кровотока над волной S. Среди пациентов промежуточного риска обеих групп и высокого риска группы с ЛГ, ассоциированной с системной склеродермией, встречаются исследуемые с равными А и S волнами и небольшой пульсацией портального кровотока, однако данный результат характерен не для всех пациентов этих подгрупп.

Заключение. Полученные результаты подтверждают наличие корреляции между выраженностью венозного застоя и степенью риска у пациентов с ЛАГ. Результаты также указывают на возможность неинвазивной оценки центрального венозного давления и портокавального градиента давления по показателям портокавальной гемодинамики у пациентов с недостаточностью правого желудочка.

Ключевые слова: легочная артериальная гипертензия, портокавальный кровоток, портальная гипертензия, ультразвуковая диагностика.

Отношения и деятельность: нет.

¹ФГБУ Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. акад. Е. И. Чазова Минздрава России, Москва; ²ФГАУ ВО Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова Минздрава России, Москва, Россия.

Барковская М. К.* — аспирант отдела легочной гипертензии и заболеваний сердца, Институт клинической кардиологии им. А. Л. Мясникова, ORCID: 0000-0003-2445-3728, Кушнир В. В. — к.м.н., н.с., отдел ультразвуковых методов исследования, Институт клинической кардиологии им. А. Л. Мясникова, ORCID: 0000-0001-9175-8615, Мартынюк Т. В. — д.м.н., руководитель отдела легочной гипертензии и заболеваний сердца, институт клинической кардиологии, Институт клинической кардиологии им. А. Л. Мясникова, профессор кафедры кардиологии, факультет дополнительного профессионального образования, ORCID: 0000-0002-9022-8097.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):
mariannabarkovskaya@gmail.com

ДЛА — давление в легочной артерии, ИЛАГ — идиопатическая легочная гипертензия, КК — кавальный кровоток, КПОС — катетеризация правых камер сердца, ЛАГ — легочная артериальная гипертензия, ЛГ — легочная гипертензия, НПВ — нижняя полая вена, ПВ — печеночные вены, ПК — портальный кровоток, ПЖ — правый желудочек, ПП — правое предсердие, СДЛА — систолическое давление в легочной артерии, ССК — системная склеродермия, СтЗСТ-ЛАГ — легочная гипертензия, ассоциированная с заболеванием соединительной ткани, срДЛА — среднее давление в легочной артерии, ТК — трикуспидальный клапан, ТР — трикуспидальная регургитация, ТШХ — тест 6-минутной ходьбы, ЦВД — центральное венозное давление, ЭЖП — эластическая жесткость печени, ЭКГ — электрокардиограмма, TAPSE — амплитуда систолического движения кольца трикуспидального клапана.

Рукопись получена 26.06.2025

Рецензия получена 05.11.2025

Принята к публикации 20.11.2025



Для цитирования: Барковская М. К., Кушнир В. В., Мартынюк Т. В. Особенности портокавального кровотока у пациентов с легочной артериальной гипертензией. *Российский кардиологический журнал*. 2025;30(2S):6443. doi: 10.15829/1560-4071-2025-6443. EDN: BHKPSI

Portacaval flow characteristics in patients with pulmonary arterial hypertension

Barkovskaya M. K.¹, Kushnir V. V.¹, Martynyuk T. V.^{1,2}

Aim. To analyze portacaval flow by Doppler ultrasound and compare with the clinical, functional, and hemodynamic status of patients with pulmonary arterial hypertension (PAH).

Material and methods. The study included 42 patients with a confirmed diagnosis of PAH, hospitalized in the Department of Pulmonary Hypertension and Heart Diseases of the Chazov National Medical Research Center of Cardiology between 2022 and 2024. Diagnosis was established according to the algorithm proposed in the Eurasian (2023) and Russian guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension (PH) (2024).

Results. In low-risk subgroups of both PAH cohorts, results were limited to A-wave displacement relative to the QRS complex without portal flow pulsation. All high-risk idiopathic PH patients marked >50% portal flow pulsation with A-wave dominance over the S-wave in caval flow. In both groups of intermediate-risk patients and high-risk patients with systemic scleroderma, we detected cases with equal A and S waves and little pulsation of portal flow. However, this finding was not characteristic of all patients in these subgroups.

Conclusion. The obtained data confirm a correlation between the severity of venous stasis and risk degree in patients with PAH. The results also indicate the potential of non-invasive assessment of central venous pressure and portocaval pressure gradient using portocaval hemodynamic parameters in patients with right ventricular failure.

Keywords: pulmonary arterial hypertension, portocaval blood flow, portal hypertension, ultrasound diagnostics.

Relationships and Activities: none.

¹Chazov National Medical Research Center of Cardiology, Moscow; ²Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia.

Barkovskaya M. K.* ORCID: 0000-0003-2445-3728, Kushnir V. V. ORCID: 0000-0001-9175-8615, Martynyuk T. V. ORCID: 0000-0002-9022-8097.

*Corresponding author:
mariannabarkovskaya@gmail.com

Received: 26.06.2025 **Revision Received:** 05.11.2025 **Accepted:** 20.11.2025

For citation: Barkovskaya M. K., Kushnir V. V., Martynyuk T. V. Portacaval flow characteristics in patients with pulmonary arterial hypertension. *Russian Journal of Cardiology*. 2025;30(2S):6443. doi: 10.15829/1560-4071-2025-6443. EDN: BHKPSI

Ключевые моменты

- Инвазивное измерение центрального венозного давления имеет существенные ограничения в повседневной клинической практике.
- Особую диагностическую значимость приобретают неинвазивные методы ультразвуковой оценки нижней полой вены и печеночного венозного кровотока, позволяющие достоверно определить наличие венозного застоя.
- Анализ сопоставления венозных кривых портокавальной гемодинамики с клиническими критериями стратификации риска у пациентов с легочной артериальной гипертензией (ЛАГ) продемонстрировал значимую взаимосвязь между выраженностью пульсации портального кровотока, амплитудой А-волны кавального кровотока и степенью клинического риска.
- У пациентов с ЛАГ, ассоциированной с системной склеродермией, наблюдаются гетерогенные гемодинамические паттерны, что требует персонализированного диагностического подхода.

Key messages

- Invasive measurement of central venous pressure has significant limitations in routine clinical practice.
- Noninvasive ultrasound assessment of the inferior vena cava and hepatic venous flow is of particular diagnostic value, allowing for the reliably detection of venous stasis.
- Comparison of venous portocaval hemodynamic curves with risk stratification criteria in patients with pulmonary arterial hypertension (PAH) demonstrated a significant relationship between the severity of portal flow pulsation, A-wave amplitude of the caval flow, and risk degree.
- Patients with PAH associated with systemic sclerosis exhibit heterogeneous hemodynamic patterns, requiring a personalized diagnostic approach.

Легочная гипертензия (ЛГ) — гемодинамическое и патофизиологическое состояние, которое характеризуется повышением среднего давления в легочной артерии (ДЛА) >20 мм рт.ст. в покое, измеренного при чрезвенозной катетеризации правых отделов сердца (КПОС). Нормальные значения ДЛА в покое — среднее ДЛА (срДЛА) ≤ 20 мм рт.ст. [1].

ЛГ может быть разделена на пять основных категорий: легочная артериальная гипертензия (ЛАГ), ЛГ вследствие патологии левых отделов сердца, ЛГ при заболеваниях легких и/или гипоксии, ЛГ из-за обструкций легочной артерии и ЛГ с неясными и/или многофакторными механизмами [2].

Наиболее распространенной формой ЛАГ является идиопатическая ЛАГ (ИЛАГ), за которой следует ЛАГ, связанная с заболеванием соединительной ткани (СтЗСТ-ЛАГ).

Среди подтипов, связанных с заболеванием соединительной ткани, системная склеродермия (ССк), системная красная волчанка, смешанное заболевание соединительной ткани, синдром Шегрена и ревматоидный артрит могут вызвать ЛАГ, хотя ССк составляет ~75% случаев СтЗСТ-ЛАГ [2]. ЛАГ поражает от 3 до 13% больных с СтЗСТ и является главной причиной их смерти. У таких пациентов отмечается самое тяжелое течение ЛГ и наиболее быстрое наступление летального исхода из всех подгрупп [3].

К сожалению, диагноз ЛАГ, практически любой этиологии, до сих пор остается поздно верифицируемым, что приводит к отсрочке в назначении лече-

ния и прогрессированию сердечной недостаточности. Венозный застой в системе нижней полой вены (НПВ) один из ключевых элементов правожелудочковой дисфункции сердца. Прогрессирование застойных явлений приводит к нарушению работы органов и в результате к полиорганной недостаточности. Прямое измерение центрального венозного давления (ЦВД) инвазивным способом, хотя и остается золотым стандартом оценки венозного застоя, имеет существенные ограничения в повседневном использовании. Поэтому неинвазивная оценка состояния НПВ в комплексе с сосудами печени как элементов, соединяющих сосуды большого круга кровообращения с НПВ и правым предсердием (ПП), предоставляющая возможность определить наличие и степень венозного застоя, особенно ценна в клинической практике.

Ультразвуковая доплерография — это современный метод диагностики, позволяющий оценить состояние портокавального кровотока. При импульсно-волновой доплерографии, синхронизированной с электрокардиограммой (ЭКГ), можно четко проследить связь между сердечным циклом и фазами венозной кривой. В норме кавальная венозная кривая включает 4 зубца: волна А — отражает сокращение предсердий, которое происходит в конце диастолы, регистрируется после зубца Р на ЭКГ; волна S — самая высокая по скорости антеградная волна, формирующаяся при сокращении правого желудочка (ПЖ), совпадает с интервалом S-T; волна V — появляется в начале расслабления ПЖ, когда трикуспидальный клапан (ТК) еще закрыт; а давление в печеночных венах (ПВ) возрастает, и эта волна соответствует зубцу Т; волна D — антеградная волна, регистрируемая при открытии ТК, после зубца Т. Говоря про воротную вену, в норме её доплеровский спектр непре-

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДГРУПП РИСКА В ГРУППЕ ИЛАГ

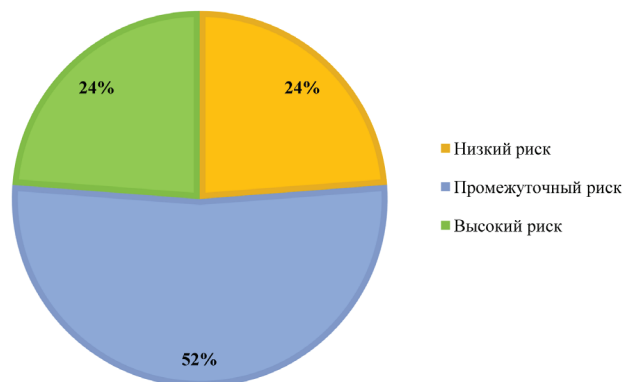


Рис. 1. Распределение подгрупп риска в группе ИЛАГ.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДГРУПП РИСКА В ГРУППЕ СТЗСТ-ЛАГ

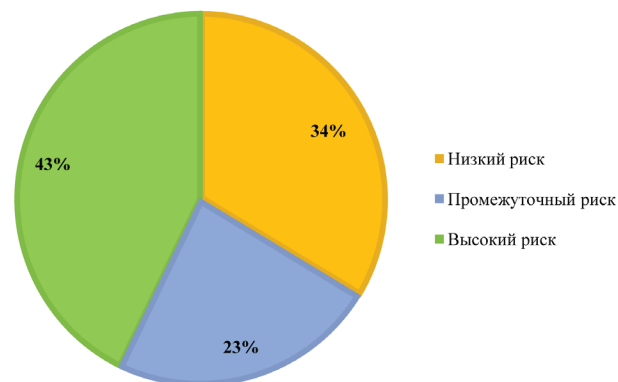


Рис. 2. Распределение подгрупп риска в группе СтЗСТ-ЛАГ.

рывный с незначительными колебаниями, связанными с актом дыхания и не зависит от ритма сердечной деятельности [4, 5].

Целью нашей работы было провести доплерографию портокавального кровотока у пациентов с ИЛАГ и СтЗСТ-ЛАГ и сопоставить её результаты с гемодинамическим и функциональным статусом пациентов этих групп.

Материалы и методы

В ходе нашего исследования проанализированы данные 42 пациентов, которые были разделены на 2 равные группы, согласно генезу ЛАГ, пациенты с ИЛАГ и с ЛГ, ассоциированной с ССк. Медиана возраста всех пациентов 49 лет. Каждому пациенту выполнено комплексное обследование, включающие лабораторные исследования, эхокардиографию и КПОС. Для оценки функционального статуса проведен тест 6-минутной ходьбы (ТШХ). Согласно клиническим рекомендациям с целью исключения ассоциированных форм ЛГ осуществлено ультразвуковое исследование органов брюшной полости с прицельным исключением портальной гипертензии. В ходе этого исследования также проводилась оценка венозных кривых портокавального кровотока. Ультразвуковое исследование выполнено на аппарате Canon Aplio a550, конвексным датчиком с частотой 3,5 МГц в В-режиме с дуплексным сканированием, синхронизированной с ЭКГ.

Стратификация риска летальности в течение 1 года производилась согласно шкале оценки риска, предложенной в европейских рекомендациях ESC/ERS 2022г, евразийских (2023г) и российских рекомендациях по лечению ЛГ (2024г) [1, 6, 7].

Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации.

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.8.2 (разработчик — ООО "Статтех", Россия). Количественные показатели, выборочное распределение которых соответствовало нормальному, описывались с помощью средних арифметических величин и стандартных отклонений. Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого в каждой из групп соответствовало нормальному, при условии равенства дисперсий выполнялось с помощью t-критерия Стьюдента. Сравнение процентных долей при анализе четырехпольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью точного критерия Фишера (при значениях минимального ожидаемого явления <10). В качестве количественной меры эффекта при сравнении относительных показателей рассчитывалось отношение шансов с 95% доверительным интервалом. В случае нулевых значений числа наблюдений в ячейках таблицы сопряженности расчет отношения шансов выполнялся с поправкой Холдейн-Энскомб. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

В группах ИЛАГ и СтЗСТ-ЛАГ все исследуемые были разделены на три подгруппы согласно шкале риска летальности пациентов с ЛАГ по российским клиническим рекомендациям от 2024г. В группе ИЛАГ соотношение по риску распределилось следующим образом: 5 пациентов (23,8%) в подгруппах низкого и высокого риска и 11 пациентов (52,4%) промежуточного риска (рис. 1). Среди пациентов с СтЗСТ-ЛАГ: 7 пациентов (33,3%) низкого риска, 5 пациентов (23,8%) промежуточного риска и 9 (42,9%) пациентов высокого риска (рис. 2).

Таблица 1

Показатели пациентов подгруппы низкого риска

Показатель	Пациенты с ИЛАГ (n=5)	Пациенты с СтЗСТ-ЛАГ (n=7)	p*
Возраст (годы)	31±8,2	55,9±11,3	0,002
Женщины (%)	60%	100%	0,152
NT-proBNP (пкг/мл)	470,2±320,4	491,5±550,6	0,941
Общий билирубин (ммоль/л)	18,8±9,2	11,7±4,9	0,138
Площадь ПП (см ²)	19,1±4,8	17,5±4,0	0,556
TAPSE	1,6±0,3	2,0±0,3	0,035
СДЛА (мм рт.ст.)	70,2±17,3	58,1±18,9	0,288
Перикардиальный выпот (%)	0%	28,6%	0,470
Размер НПВ (см)	1,9±0,4	1,9±0,4	0,546
Давление в ПП (мм рт.ст.)	3,2±2,9	4,6±2,4	0,392
срДЛА (мм рт.ст.)	63,0±22,2	39,6±15,5	0,055
SvO ₂ (%)	71,0±4,9	70,3±3,6	0,773
СИ (л/мин*м ²)	2,6±0,6	2,8±0,5	0,649
Дистанция ТШХ (м)	510,8±60,4	422,3±70,7	0,047

Примечание: * — различия показателей статистически значимы (p<0,05).

Сокращения: ИЛАГ — идиопатическая легочная гипертензия, НПВ — нижняя полая вена, ПП — правое предсердие, СДЛА — систолическое давление в легочной артерии, СИ — сердечный индекс, СтЗСТ-ЛАГ — легочная гипертензия, ассоциированная с системной склеродермией, срДЛА — среднее давление в легочной артерии, ТШХ — тест 6-минутной ходьбы, NT-proBNP — N-концевой промозговой натрийуретический пептид, TAPSE — амплитуда систолического движения кольца трикуспидального клапана.

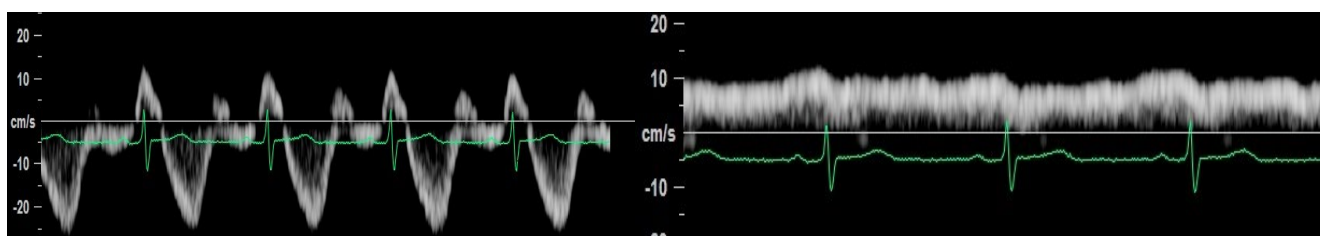


Рис. 3. Портальная венозная кровь пациент низкого риска с ИЛАГ.

При сравнении пациентов низкого риска, в группе ИЛАГ пациенты были моложе 31±8,2 лет vs 55,9±11,3 лет у пациентов с ССк. Анализ гендерного состава выявил различия между группами: доля женщин в группе ИЛАГ достигала 60%, в то время как группа СтЗСТ-ЛАГ была представлена только лицами женского пола. Несмотря на более молодой возраст, у исследуемых с ИЛАГ ряд показателей по данным эхокардиографии имели более высокие значения, у них больше размеры ПП и уровень систолического ДЛА (СДЛА), а показатель амплитуды систолического движения кольца ТК (TAPSE) несколько ниже среднего значения пациентов с СтЗСТ-ЛАГ, однако у 28,6% пациентов с СтЗСТ-ЛАГ выявлено наличие перикардиального выпота, который не отмечен в группе ИЛАГ, размеры НПВ у пациентов обеих групп 1,9±0,4 см, что соответствует норме, снижение коллабироваия ни у одного пациента низкого риска не зафиксировано. При анализе результатов КПОС группа ИЛАГ также имела более высокий уровень срДЛА 63,0±22,2 мм рт.ст. vs 39,6±15,5 мм рт.ст. во второй группе, а также более низкий сердечный индекс 2,6±0,6 л/мин*м²,

vs 2,8±0,5 л/мин*м² у пациентов с СтЗСТ-ЛАГ. Скорее всего разница в возрасте сказывалась и на функциональном статусе пациентов, в группе ИЛАГ средняя дистанция ТШХ 510,8±60,4 метров, у пациентов с СтЗСТ-ЛАГ 422,3±70,7 метров (табл. 1).

Помимо ключевых критериев, оцениваемых у пациентов с ЛАГ, был проведен анализ доплерограмм кавальной (КК) и портальной венозной (ПВ) крови. Выявлено, что для всех пациентов с ЛАГ характерен сдвиг А-волны КК на комплекс QRS, что связано с дилатацией ПП и трикуспидальной регургитацией (ТР). Таким образом, А-волна, которая в норме образовывалась за счет ретроградного тока крови во время систолы предсердий, приходится на систолу желудочков. Также согласно изменениям А-волны, удалось выделить три типа изменений венозной кривой КК: амплитуда А-волны < S-волны, что соответствует норме, А=S и А>S. Изменения ПК соответствовали известным критериям: от монофазной кривой до наличия небольшой пульсации или >50%.

У всех пациентов подгруппы низкого риска помимо характерного сдвига А-волны, других значимых из-

Таблица 2

Показатели пациентов подгрупп промежуточного риска

Показатель	ИЛАГ (n=11)	СтЗСТ-ЛАГ (n=5)	p*
Возраст (лет)	42,6±11,2	66,2±16,5	0,005
Женщины (%)	77,8%	100%	1,000
NT-proBNP (пкг/мл)	941,4±588,6	2140,9±3097,2	0,215
Билирубин общий (ммоль/л)	23,3±12,2	18,2±4,9	0,389
Площадь ПП (см ²)	23,6±4,9	21,4±2,7	0,359
TAPSE	1,6±0,3	1,5±0,2	0,620
СДЛА (мм рт.ст.)	94,9±25,8	70,2±15,1	0,069
Перикардиальный выпот (%)	0%	20%	0,312
Размер НПВ (см)	2,1±0,3	2,0±0,2	0,797
Коллабирование НПВ <50%	27,3%	20%	1,000
Давление в ПП (мм рт.ст.)	6,6±2,1	10±7,6	0,173
срДЛА (мм рт.ст.)	66,2±20,9	49,6±8,9	0,115
SvO ₂ (%)	63,3±7,2	57,8±7,8	0,192
СИ (л/мин*м ²)	1,9±0,4	1,8±0,4	0,384
Дистанция ТШХ (м)	358,4±84,9	325±158,5	0,611
Ширина QRS (мм)	96,7±12,5	96±9,6	0,910

Примечание: * — различия показателей статистически значимы (p<0,05).

Сокращения: ИЛАГ — идиопатическая легочная гипертензия, НПВ — нижняя полая вена, ПП — правое предсердие, СДЛА — систолическое давление в легочной артерии, СИ — сердечный индекс, СтЗСТ-ЛАГ — легочная гипертензия, ассоциированная с системной склеродермией, срДЛА — среднее давление в легочной артерии, ТШХ — тест 6-минутной ходьбы, NT-proBNP — N-концевой промозговой натрийуретический пептид, TAPSE — амплитуда систолического движения кольца трикуспидального клапана.

Таблица 3

Портокавальный кровоток у пациентов промежуточного риска

Показатель	Категории	Группа ЛАГ		p
		ИЛАГ	Системная склеродермия	
Кавальный кровоток	A>S	3 (27,3%)	2 (40%)	1,000
	A=S	2 (18,2)	1 (20%)	
	A<S	6 (54,5%)	2 (40%)	
Портальный кровоток	<50%	10 (90,9%)	3 (60%)	0,214
	>50%	1 (9,1%)	2 (40%)	

Сокращения: ИЛАГ — идиопатическая легочная гипертензия, ЛАГ — легочная артериальная гипертензия.

менений и пульсации ПК не выявлено, что коррелирует с нормальным уровнем ЦВД по косвенным критериям данных эхокардиографии и уровню давления в ПП по результатам КПОС (рис. 3).

При этом в подгруппе низкого риска зафиксировано такое явление, как демпфирование, когда венозная кривая ПВ становится монофазной. Данный феномен кривой выявлен у 4 пациенток (19%) в группе СтЗСТ-ЛАГ и у 1 пациентки (4,8%) среди ИЛАГ. У этой группы пациентов не было зарегистрировано ни случаев клинически диагностированных патологий печени, ни отклонений в стандартных печеночных пробах.

В подгруппе промежуточного риска пациенты с СтЗСТ-ЛАГ также были старше пациентов с ИЛАГ, средний возраст первых 66,2±16,5 лет, вторых 42,6±11,2 лет. Анализ гендерного распределения выявил преобладание женщин в обеих подгруппах.

Показатель прогрессирования сердечной недостаточности — N-концевой промозговой натрийуретический пептид, у пациентов с ССк был более, чем в 2 раза выше, чем у пациентов с ИЛАГ, 2140,9±3097,2 пкг/мл и 941,4±588,6 пкг/мл, соответственно. Однако в группе ИЛАГ были выше средние площадь ПП и СДЛА, но плевральный выпот был выявлен только у одного пациента в группе СтЗСТ-ЛА Г. Средние размеры НПВ в обеих группах соответствовали норме, коллабирование было снижено в 27,3% случаев у ИЛАГ и 20% у пациентов СтЗСТ-ЛА Г. По результатам КПОС, у пациентов с ССк было выше давление в ПП 10±7,6 мм рт.ст. и 6,6±2,1 у ИЛАГ, но ниже уровень срДЛА и ниже сатурация венозной крови. Дистанция в ТШХ в каждой из групп соответствовала II функциональному классу (табл. 2).

При оценке доплерограмм портокавального кровотока наиболее вариабельные параметры были за-

Таблица 4

Показатели пациентов подгруппы высокого риска

Показатель	Пациенты с ИЛАГ (n=5)	Пациенты с СтЗСТ-ЛАГ (n=9)	p*
Возраст (годы)	47±3,9	59,2±11,1	0,037
Женщины (%)	100%	100%	–
NT-proBNP (пкг/мл)	3469,5±144,7	4960±2925,2	0,342
Общий билирубин (ммоль/л)	32,3±12,9	43,2±27	0,419
Площадь ПП (см ²)	26,1±3,9	27,4±4,6	0,594
TAPSE	1,2±0,3	1,7±0,3	0,593
СДЛА (мм рт.ст.)	102,2±24,8	93±15,6	0,405
Перикардиальный выпот (%)	60%	77,8%	0,58
Размер НПВ (см)	2,5±0,2	2,2±0,4	0,180
Коллабирование НПВ <50%	40%	66,7%	0,580
Давление в ПП (мм рт.ст.)	13,3±7,9	11,8±3,7	0,710
срДЛА (мм рт.ст.)	69,3±12,2	61,3±10,5	0,305
SvO ₂ (%)	59,8±4,9	58,7±10	0,848
СИ (л/мин*м ²)	1,7±0,3	1,9±0,3	0,292
Дистанция ТШХ (м)	313,3±156,9	205,8±111	0,294
Ширина QRS (мм)	93,6 (11,9)	94,3 (13,5)	0,931

Примечание: * — различия показателей статистически значимы (p<0,05).

Сокращения: ИЛАГ — идиопатическая легочная гипертензия, НПВ — нижняя полая вена, ПП — правое предсердие, СДЛА — систолическое давление в легочной артерии, СИ — сердечный индекс, СтЗСТ-ЛАГ — легочная гипертензия, ассоциированная с системной склеродермией, срДЛА — среднее давление в легочной артерии, ТШХ — тест 6-минутной ходьбы, NT-proBNP — N-концевой промозговой натрийуретический пептид, TAPSE — амплитуда систолического движения кольца трикуспидального клапана.

Таблица 5

Портокавальный кровоток у пациентов подгруппы высокого риска

Показатель	Категории	Группа ЛАГ		p
		ИЛАГ	СтЗСТ-ЛАГ	
Кавальный кровоток	A<S	0 (0%)	3 (33,3%)	0,221
	A=S		1 (11%)	
	A>S	5 (100%)	5 (55,6%)	
Портальный кровоток	<50%	0 (0%)	3 (33,3%)	1,000
	>50%	5 (100%)	6 (66,7%)	

Сокращения: ИЛАГ — идиопатическая легочная гипертензия, ЛАГ — легочная артериальная гипертензия, СтЗСТ-ЛАГ — легочная гипертензия, ассоциированная с системной склеродермией.

регистрированы в подгруппе промежуточного риска. В группе ИЛАГ у 6 пациентов выявлен только сдвиг A-волны КК без пульсации ПК. У 3 пациенток A-волна равна S-волне с пульсацией ПК не более 50% и у 2 выявлено превышение размеров A-волны над волной S с пульсацией ПК >50% (табл. 3).

В группе СтЗСТ-ЛАГ у 2 пациентов не выявлено значимых изменений портокавального кровотока, у 1 пациентки A=S с небольшой пульсацией ПК и 2 пациентки, у которых высота A-волны превышала высоту S, а также отмечалась ПК >50% (табл. 3).

Пациенты с ИЛАГ в подгруппе высокого риска также моложе, чем в группе СтЗСТ-ЛАГ 47±3,9 лет и 59,2±11,1 лет, соответственно. Исследуемые в обеих подгруппах только женщины. Для пациентов с СтЗСТ-ЛАГ характерен более высокий уровень N-концевого промозгового натрийуретического пептида и обще-

го билирубина. В целом в подгруппе высокого риска выше уровень общего билирубина, что скорее всего связано с венозным застоем по большому кругу кровообращения при нормальном уровне печеночных трансаминаз. У пациентов с ИЛАГ в этой подгруппе выявлены более высокий уровень СДЛА 102,2±24,8 мм рт.ст. и низкий показатель TAPSE 1,2±0,3, 93±15,6 мм рт.ст. и 1,7±0,3, соответственно в группе СтЗСТ-ЛАГ. Однако у большей части пациентов с СтЗСТ-ЛАГ зафиксировано наличие перикардиального выпота 77,8% пациентов, по сравнению с 60% в группе ИЛАГ. Также в обеих группах отмечается расширение НПВ и снижение её коллабирования. Оно снижено у 40% пациентов с ИЛАГ и у 66,7% пациентов с СтЗСТ-ЛАГ. Данные отклонения соответствуют повышению уровня ЦВД. Что также подтверждает высокий уровень давления в ПП в обеих группах, у паци-

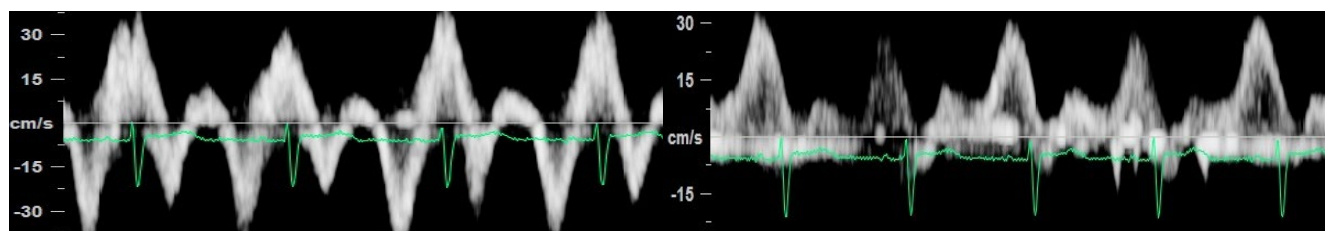


Рис. 4. Портокавальный кровоток пациента высокого риска с СтЗСТ-ЛАГ.

ентов с ИЛАГ $13,3 \pm 7,9$ мм рт.ст. и $11,8 \pm 3,7$ мм рт.ст. у пациентов с СтЗСТ-ЛАГ (табл. 4).

При оценке венозных кривых портокавального кровотока у всех пациентов высокого риска в группе ИЛАГ выявлена пульсация ПК 50-100%, А-волна КК больше волны S. Группа СтЗСТ-ЛАГ более неоднородна, только у 5 (55,6%) пациенток выявлена пульсация ПК и высота А-волны превышала высоту S-волны. У 3 пациенток отсутствовала пульсация ПК и был выявлен только сдвиг А-волны и у 1 пациентки выявлена пульсация ПК ~50% с одинаковыми размерами А и S-волн при оценке кавальной венозной кривой (табл. 5).

Также 17 пациентам с ИЛАГ и 13 пациентам с СтЗСТ-ЛАГ была выполнена двумерная сдвигово-волновая эластография 2D SWE (рис. 4). Оценка результатов эластической жесткости печени (ЭЖП) проведена на основе экспертного мнения о том, что при венозном застое измерение отражает жесткость (ткани) печени, а не фиброз [8]. У пациентов с СтЗСТ-ЛАГ в подгруппах промежуточного и высокого риска выше уровень ЭЖП ($7,0 \pm 0,7$ кПа и $8,0 \pm 1,8$ кПа), чем у пациентов с ИЛАГ ($6,5 \pm 0,5$ кПа и $7,4 \pm 1$ кПа).

Обсуждение

Изменения гемодинамики, возникающие в правых камерах сердца при ЛГ, влекут за собой и изменения в портокавальной кровотоке. В систолу при увеличении давления в ПП происходит реверсивный ток крови в НПВ. На спектре волн ПВ это выглядит как ретроградная А-волна. Китайские исследователи Sun DD, et al. получили увеличение А-волны у пациентов с ЛГ, ассоциированной с врожденными пороками. Поскольку у пациентов с ЛГ обычно повышено конечное диастолическое давление ПЖ, ПП должно сокращаться с большей силой, чтобы наполнить кровью ПЖ. Это приводит к увеличению давления в ПП и усилению ретроградного кровотока в полые вены. Кроме того, длительная перегрузка давлением приводит к гипертрофии ПЖ, расслабление которого может уменьшиться во время ранней диастолы, что ограничивает быстрое наполнение ПП. Затем ПП расширяется во время поздней диастолы за счет увеличения емкости. Компенсаторное сокращение волокон миокарда ПП усиливалось за счет эффекта

Франка-Старлинга, что увеличивало скорость венозного рефлюкса и делало волну А более высокой [9].

Что касается длительности А-волны и смещения её на комплекс QRS, ввиду сохранения высокого давления в полости ПП даже во время систолического закрытия ТК, кровь продолжает возвращаться в ПВ в течение более длительного времени, чем через ТК, что и приводит к увеличению длительности А-волны в ПВ [9, 10].

В давнем исследовании, проведенном японской командой, Sakoda S, et al., также подтверждено, что волна А была увеличена в случаях ЛГ, а скорость А-волны в ПВ коррелировала с СДЛА¹.

Считается, что изменение формы, высоты и направления S-волны связано с ТР. Во время систолы сокращаются не только стенки ПЖ, которые проталкивают кровь в его выходной тракт, но также происходит движение кольца ТК к верхушке сердца. Эти действия создают относительное отрицательное давление в ПП, вызывая антеградный отток крови из печени в сердце во время S-зубца. В нормальном сердце наибольшее количество антеградного кровотока наблюдается во время этой фазы. Легкая степень ТР не оказывает заметного влияния на доплеровский профиль ПВ, в то время как умеренная ТР может вызвать ослабление систолической формы волны. Во время систолы трикуспидальное кольцо также движется к верхушке сердца, как обычно. Однако из-за ТР кровь вытесняется ретроградно в предсердие, НПВ и печень (а также в выходной тракт ПЖ). Это дает уменьшенную или даже ретроградную S-волну [8, 11]. Установлено, что нормальная венозная кривая ПВ становится монофазной у пациентов с циррозом печени или внутрипеченочно-портальной гипертензией. Что описывается, как демпфирование венозной кривой [12]. Sun DD, et al. в своей работе сообщают о двух пациентах из группы ЛАГ, у которых при доплерографии ПВ наблюдалась монофазная доплеровская волна без фазы ретроградного потока. Среди них не было пациентов с циррозом, что было определено с помощью серологического анализа и ультразвукового исследования. Исследователи предположи-

¹ Sakoda S, Mitsunami K, Kinoshita M. Evaluation of hepatic venous flow patterns using a pulsed Doppler technique. J Cardiol. 1990;20(1):193-208. [Japanese].

ли, что монофазная волна отражала повышенную жесткость паренхимы печени вокруг ПВ и сниженную податливость ПВ [9].

Также обнаружена связь между задержкой конечного вдоха и притуплением венозных кривых ПВ. Это притупление может произойти из-за комбинации аспирационного эффекта, улучшающего наполнение ПЖ и, возможно, повышенного внутрибрюшного давления, если пациент непреднамеренно выполняет маневр Вальсальвы [13]. Однако мы предполагаем, что такие ситуации маловероятны, ввиду возможности проследить за актом дыхания пациента во время проведения исследования и при необходимости дать пациенту более четкие инструкции.

В норме кровь по воротной вене течёт с постоянной скоростью в направлении печени, поэтому ПК имеет монофазный или слабопульсирующий характер. При ТР повышенное давление из ПП передаётся ретроградно через печёночные вены в портальную систему, что приводит к характерным изменениям кровотока. Во время систолы желудочков регургитация вызывает снижение портального потока и возникает патологическая пульсация на венозной кривой ПК, а при превышении систолического реверсивного давления над антеградным развивается реверсивное направление потока (рис. 3). Установлено, что эти изменения могут косвенно свидетельствовать о повышении транспеченочного градиента давления, т.е. о застойной портальной гипертензии, обусловленной правожелудочковой недостаточностью, ЛГ и ТР [4].

Согласно полученным данным, венозные кривые портокавального кровотока демонстрировали наибольшую неоднородность у пациентов подгруппы СтЗСТ-ЛАГ, относящихся к категориям промежуточного и высокого риска, также у этих пациентов выявлен больший уровень ЭЖП, чем в группе ИЛАГ. Это явление может быть обусловлено патогенетическими особенностями ССк — редкого заболевания соединительной ткани, для которого характерно сочетание аутоиммунных механизмов с выраженными сосудистыми нарушениями, прогрессирующим фиброзом кожи и внутренних органов и значительной вариабельностью возможных исходов. Точное определение фенотипов ЛГ у пациентов с ССк по-прежнему представляет сложность в клинической практике. Вероятно, это связано с многообразием и возможным переплетением патогенетических механизмов ЛГ при ССк. В частности, развитие ЛГ может быть обусловлено васкулопатией легочных артерий, интерстициальным фиброзом легких, поражением сердца или изменениями, напоминающими венозную окклюзионную болезнь легких. Однако у отдельных пациентов бывает трудно выделить единственный ведущий меха-

низм, поскольку зачастую эти факторы сочетаются в различных пропорциях, формируя клиническую картину заболевания [14].

В клинической практике печень и ее микрососудистая структура не входят в число целей ССк. Тем не менее у пациентов с ССк может редко присутствовать аутоиммунное поражение печени, в основном состоящее из первичного билиарного холангита. В испанском реестре, состоящем из 1572 пациентов с ССк, было зарегистрировано 118 (7,5%) случаев гепато-билиарных расстройств: билиарный холангит был основной причиной более чем в половине случаев, в то время как аутоиммунный гепатит составлял 16% этой группы; и только у 7 пациентов были обнаружены гепато-билиарные аномалии, связанные с самой ССк. Интерес представляют антиэндотелиальные антитела, выявленные у некоторых пациентов с идиопатической портальной гипертензией, которые повреждают эндотелиальные клетки портальных сосудов и создают плотные отложения эластических волокон вокруг периферических разветвлений вен печени. Антиэндотелиальные антитела также были обнаружены у значительного процента пациентов с ССк, что напрямую коррелировало с повреждением сосудов и эндотелия, посредством антителозависимого клеточного апоптоза, который стимулировал микрососуды к высвобождению провоспалительных и профибротических цитокинов [15].

Заключение

Таким образом, сопоставление данных венозных кривых портокавального кровотока и критериев оценки риска у пациентов с ЛАГ, выявило корреляцию между пульсацией ПК, увеличением высоты А-волны КК и степенью риска. Выявленная взаимосвязь представляет значительный клинический интерес, поскольку может служить основанием совершенствования терапевтических подходов и улучшения показателей качества жизни пациентов. К тому же она демонстрирует перспективность использования характеристик портокавального кровотока для неинвазивной оценки повышения ЦВД и транспеченочного градиента у пациентов с правожелудочковой сердечной недостаточностью для прогнозирования висцеральной дисфункции.

Тем не менее у пациентов подгруппы СтЗСТ-ЛАГ были получены разнородные результаты, что подчеркивает важность проведения дополнительных исследований для создания детализированной классификации степеней венозного застоя с учетом специфики различных подгрупп ЛАГ.

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

Литература/References

1. Avdeev SN, Barbarash OL, Valieva ZS, et al. 2024 Clinical practice guidelines for Pulmonary hypertension, including chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(11):6161. (In Russ.) Авдеев С.Н., Барбараш О.Л., Валиева З.С. и др. Легочная гипертензия, в том числе хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия. Клинические рекомендации 2024. Российский кардиологический журнал. 2024;29(11):6161. doi:10.15829/1560-4071-2024-6161.
2. Bahi M, Li C, Wang G, Korman BD. Systemic Sclerosis-Associated Pulmonary Arterial Hypertension: From Bedside to Bench and Back Again. *Int J Mol Sci*. 2024;25(9):4728. doi:10.3390/ijms25094728.
3. Yudkina NN, Volkov AV. Features of pulmonary arterial hypertension associated with systemic sclerosis: literature review. *Eurasian Cardio J*. 2015;(4):32-9. (In Russ.) Юдкина Н.Н., Волков А.В. Особенности лёгочной артериальной гипертензии, ассоциированной с системной склеродермией: обзор литературы. Евразийский Кардиологический Журнал. 2015;(4):32-9. doi:10.38109/2225-1685-2015-4-32-39.
4. McNaughton DA, Abu-Yousef M. Doppler US of the Liver Made Simple. *RadioGraphics*. 2011;31(1):161-88. doi:10.1148/rg.311105093.
5. Beaubien-Souligny W, Eljaiek R, Fortier A, et al. The Association Between Pulsatile Portal Flow and Acute Kidney Injury After Cardiac Surgery: A Retrospective Cohort Study. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2018;32(4):1780-7. doi:10.1053/j.jvca.2017.11.030.
6. Chazova IE, Martynyuk TV, Shmalts AA, et al. Eurasian guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension (2023). *Eurasian Cardio J*. 2024;(1):6-85. (In Russ.) Чазова И.Е., Мартынюк Т.В., Шмальц А.А. и др. Евразийские рекомендации по диагностике и лечению лёгочной гипертензии (2023). Евразийский Кардиологический Журнал. 2024;(1):6-85. doi:10.38109/2225-1685-2024-1-6-85.
7. Humbert M, Kovacs G, Hoeper MM, et al. 2022 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. *Eur Heart J*. 2022;43(38):3618-731. doi:10.1093/eurheartj/ehac237.
8. Dhillon JK, Fong MW, Fong TL. Use of liver stiffness measurements in acute decompensated heart failure: new applications of a non-invasive technique. *ESC Heart Fail*. 2022;9(5):2800-7. doi:10.1002/ehf2.14038.
9. Sun DD, Hou CJ, Yuan LJ, et al. Hemodynamic changes of the middle hepatic vein in patients with pulmonary hypertension using echocardiography. *PLoS One*. 2015;10(3):e0121408. doi:10.1371/journal.pone.0121408.
10. Fadel BM, Husain A, Alassoussi N, et al. Spectral Doppler of the hepatic veins in pulmonary hypertension. *Echocardiography*. 2015;32(1):170-3. doi:10.1111/echo.12710.
11. Scheinfeld MH, Bilali A, Koenigsberg M. Understanding the spectral Doppler waveform of the hepatic veins in health and disease. *Radiographics*. 2009;29(7):2081-98. doi:10.1148/rg.297095715.
12. Antil N, Sureka B, Mittal MK, et al. Hepatic Venous Waveform, Splenoportal and Damping Index in Liver Cirrhosis. *J Clin Diagn Res*. 2016;10(2):TC01-TC05. doi:10.7860/JCDR/2016/15706.7181.
13. Koratala A, Romero-González G, Soliman-Aboumarie H, et al. Unlocking the Potential of VExUS in Assessing Venous Congestion. *Cardiorenal Med*. 2024;14(1):350-74. doi:10.1159/000539469.
14. Haque A, Kiely DG, Kovacs G, Thompson AAR, Condliffe R. Pulmonary Hypertension Phenotypes in Systemic Sclerosis. *Eur Respir Rev*. 2021;30(161):210053. doi:10.1183/16000617.0053-2021.
15. Colaci M, Aprile ML, Sambataro D, et al. Systemic Sclerosis and Idiopathic Portal Hypertension. *Life*. 2022;12(11):1781. doi:10.3390/life12111781.

Адреса организаций авторов: ФГБУ Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. акад. Е.И. Чазова Минздрава России, ул. Академика Е.И. Чазова, д. 15А, Москва, 121552, Россия; ФГАОУ ВО Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России, ул. Островитянова, д. 1, Москва 117513, Россия.

Addresses of the authors' institutions: Chazov National Medical Research Center of Cardiology, Academician Chazov str., 15A, Moscow, 121552, Russia; Pirogov Russian National Research Medical University, Ostrovitianov str., 1, Moscow, 117997, Russia.