



Hepatocardiorenal Syndrome: Integrating Pathophysiology with Clinical Decision-Making via Point-Of-Care Ultrasound

Abhilash Koratala^a Claudio Ronco^{b,c} Amir Kazory^d

Гепатокардиоренальный синдром: интеграция патофизиологии в клиническое принятие решений с применением прикроватного ультразвукового исследования

Перевод О.В. Воскресенской



Гепатокардиоренальный синдром: интеграция патофизиологии в клиническое принятие решений с применением прикроватного ультразвукового исследования

Abhilash Koratala, Claudio Ronco, Amir Kazory

Аннотация

Актуальность: Новые данные ставят под сомнение традиционную модель печеночно-почечной взаимосвязи при гепаторенальном синдроме. Цирроз печени может существенно влиять на сердечную функцию, приводя к развитию цирротической кардиомиопатии. Современные исследования демонстрируют ключевую роль кардиальной дисфункции в патогенезе почечных нарушений у данной категории пациентов. Это позволяет предположить, что расстройства, традиционно относимые к гепаторенальному синдрому, фактически представляют собой печеночную форму кардиоренального синдрома — гепатокардиоренальный синдром, при котором печень опосредованно влияет на почки через кардиоренальные механизмы.

Резюме: Эффективное ведение гепатокардиоренального синдрома и острого повреждения почек при циррозе требует точной оценки гемодинамического и объемного статуса пациента. Прикроватное ультразвуковое исследование (POCUS), включая оценку легких и сократительной способности сердца, служит важным диагностическим инструментом, предоставляющим ключевые данные о толерантности к объемной нагрузке, субклиническом застое в легких и давлении наполнения левого желудочка. Этот объективный подход позволяет проводить комплексную оценку у постели больного, что напрямую влияет на выбор тактики лечения.

Ключевые положения:

- Прикроватное УЗИ играет ключевую роль в оценке и лечении гепатокардиоренального синдрома, раскрывая лежащую в его основе патофизиологию.
- Анализ гемодинамических параметров помогает направлять терапию и контролировать ответ пациента, обеспечивая более точное и эффективное лечение больных циррозом с острым повреждением почек.
- Выявление субклинической легочной конгестии и нарушений диастолической функции позволяет предотвратить ятрогенные осложнения инфузионной терапии.



Введение

Гепаторенальный синдром (ГРС) 1-го типа представляет собой фенотип острого повреждения почек (ОПП), специфичный для пациентов с декомпенсированным циррозом печени и асцитом (ГРС-ОПП). Традиционно он определяется как форма острого (или острого на фоне хронического) нарушения функции почек, вызванного гипоперфузией почек и резистентного к восполнению внутрисосудистого объема [1]. Системное воспаление, изменения артериальной циркуляции и дезадаптивная активность эндогенных вазоактивных систем вносят вклад в патогенез ГРС-ОПП [2]. Ключевую роль в патофизиологии ГРС-ОПП играет нейрогормональная активация, включая ренин-ангиотензин-альдостероновую систему и симпатическую нервную систему. Примечательно, что эти же механизмы известны как факторы нарушения функции почек у пациентов с сердечной недостаточностью (т.е. при кардиоренальном синдроме).

С другой стороны, новые данные, полученные с помощью современных методов визуализации, указывают на вовлечение сердца на различных стадиях заболеваний печени (например, цирротическая кардиомиопатия) [3]. Таким образом, хотя изначально ГРС рассматривался преимущественно как синдром, связывающий печень и почки, в последние годы признана роль сердца в его патофизиологии, включая эндотелиальную и циркуляторную дисфункцию [4, 5]. В этом контексте ГРС-ОПП предлагается рассматривать как форму синдрома перекрестных взаимодействий, где патофизиологические механизмы, связывающие печень и почки, переплетаются с процессами, соединяющими сердце и печень, а также кардиоренальными путями, что обосновывает введение термина «гепатокардиоренальный синдром» (ГКРС) [6].

Механистические аспекты

Периферическая и спланхническая вазодилатация считается основной причиной гипердинамического кровообращения у пациентов с декомпенсированным циррозом [7, 8]. Изначально увеличение сердечного выброса поддерживает артериальное давление и перфузию тканей, однако по мере прогрессирования заболевания печени значительное снижение системного сосудистого сопротивления превышает сердечный резерв, что приводит к прогрессирующему снижению наполнения артериального русла и центральной гиповолемии. В результате возникает прогрессирующая активация нейрогормональной системы, направленная на восстановление и поддержание объема



крови и артериального давления. Это вызывает нарушение почечного кровотока, снижение скорости клубочковой фильтрации (СКФ), уменьшение экскреции натрия с мочой и усиление задержки воды, что объясняет склонность к развитию асцита и гипонатриемии [9].

Цирротическая кардиомиопатия — неблагоприятное влияние цирроза на сердечную функцию — всё чаще признаётся недооценённым состоянием в данной группе пациентов и может выявляться более чем у половины из них [10]. Она характеризуется систолической дисфункцией (сниженный прирост сердечного выброса при нагрузке), нарушением диастолического расслабления, удлинением времени изоволюметрического расслабления и электрофизиологическими нарушениями при отсутствии известных сердечных заболеваний [10]. Таким образом, нарушение функции почек при ГРС частично связано с кардиальной дисфункцией и цирротической кардиомиопатией, поскольку дезадаптивная нейрогормональная активация также занимает центральное место в патофизиологии кардиоренального синдрома, связывая острую сердечную недостаточность со снижением СКФ и задержкой натрия и воды [11]. На Рисунке 1 представлены основные патофизиологические пути, связывающие печень, сердце и почки при ГКРС.

Потенциальный вклад кардиальной дисфункции в развитие почечной недостаточности подтверждается наблюдением, что она предшествует ГРС-ОПП. Например, в исследовании Руис-дель-Арболь у пациентов с циррозом, у которых впоследствии развился ГРС, уже до снижения функции почек отмечались признаки сердечной дисфункции (например, снижение ударного объёма) [12]. Аналогично, в другом исследовании ГРС-ОПП чаще развивался у пациентов с исходно низким сердечным индексом, измеренным методом перфузионной сцинтиграфии миокарда [13].

Кардиоренальные взаимодействия после портосистемного шунтирования также подтверждают роль сердца в патогенезе ГРС-ОПП. Несмотря на разгрузку портальной системы путём шунтирования в системный кровоток и потенциальное усиление конгестии почечных вен, трансюгулярное внутрипеченочное портосистемное шунтирование (TIPS) демонстрирует положительное влияние на функцию почек [14]. Кардиоренальные механизмы могут опосредовать этот эффект, так как TIPS улучшает инотропную функцию сердца, повышая центральный объём крови и почечную перфузию [15].



Наконец, в исследовании Пелайо и соавт. [16] анализировались данные катетеризации правых отделов сердца у пациентов с клинически диагностированным ГРС-ОПП по текущим критериям. У значительной части пациентов выявлено повышенное давление наполнения сердца, что потребовало перевода на диуретическую терапию, после которой отмечено значительное улучшение функции почек. Улучшение почечных показателей на фоне диуреза у пациентов с ГРС-ОПП подчеркивает вклад кардиальной дисфункции в развитие почечных нарушений. Это наблюдение также подтверждает важность объективной оценки объёмного статуса у данной категории больных. Прикроватное ультразвуковое исследование (POCUS) приобретает особую значимость, так как позволяет получить данные, вызывающие патофизиологию ГКРС с клиническим ведением.

Прикроватное ультразвуковое исследование при ГКРС

Эффективное ведение ГКРС или ОПП при циррозе в целом зависит от точной оценки гемодинамического статуса пациента. Доказано, что традиционный физикальный осмотр обладает низкой чувствительностью для этой цели [17]. Прикроватное ультразвуковое исследование — ценный инструмент для оценки множества аспектов гемодинамической системы. Его часто можно выполнить во время сбора анамнеза, что позволяет немедленно интегрировать полученные данные в процесс принятия клинических решений. В отличие от назначения множества диагностических тестов (рентгенография грудной клетки, комплексная эхокардиография, доплерография почек и печени) с последующим ожиданием заключений от специалистов, не вовлеченных напрямую в лечение, прикроватное ультразвуковое исследование дает клиницистам возможность ответить на конкретные неотложные вопросы, критически важные для ведения пациента у постели. Этот подход снижает когнитивную нагрузку при принятии решений. Хотя прикроватное ультразвуковое исследование не заменяет комплексные или консультативные методы визуализации, необходимость в дополнительных исследованиях зависит от полученных данных и навыков оператора.

Мы обозначаем прикроватную гемодинамическую оценку как протокол «насос, трубы и утечки», подразумевающий оценку сердечной функции, состояния сосудов и тканевой конгестии (например, внесосудистой воды в легких и асцита) [18]. В данном разделе рассматривается роль прикроватного ультразвукового исследования в



диагностике ГКРС, демонстрируется, как метод направляет лечебную тактику, а также обосновывается применение каждого ультразвукового параметра.

Прикроватное УЗИ органов брюшной полости

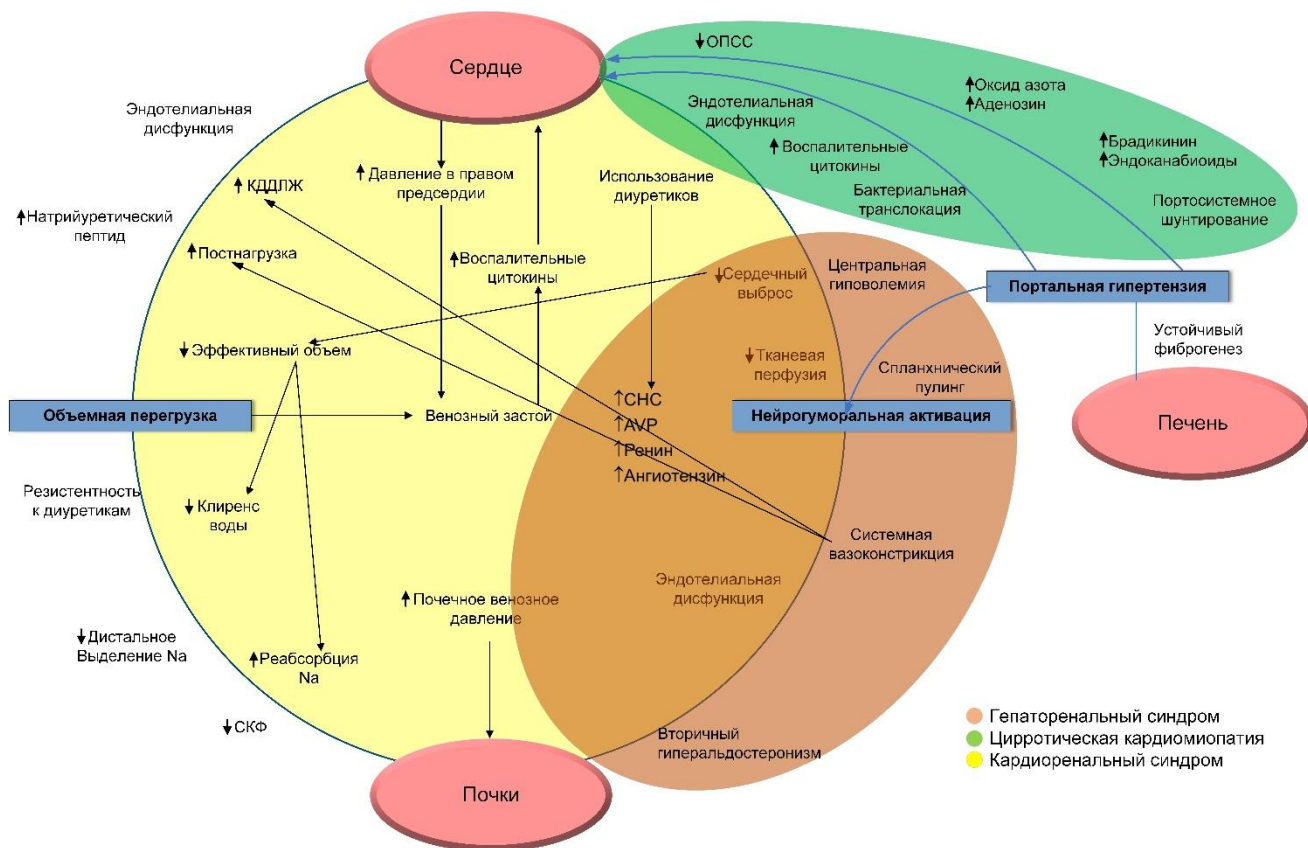


Рисунок 1 *Патофизиологические пути, связывающие печень, сердце и почки у пациентов с тяжелым циррозом.* Оранжевый круг отражает традиционное представление о гепаторенальном синдроме, при котором дисфункция почек опосредована спланхической вазодилатацией и последующей нейрогормональной активацией. Зеленый круг подчеркивает гепатокардиальные механизмы, посредством которых цирроз приводит к сердечной дисфункции (т.е., цирротической кардиомиопатии). Желтый круг обобщает двунаправленные механизмы, связывающие сердечную дисфункцию с нарушением работы почек (т.е., кардиоренальный синдром). **Сокращения:** СНС – симпатическая нервная система, АВП – аргинин вазопрессин, СКФ – скорость клубочковой фильтрации, КДД ЛЖ – конечно-диастолическое давление левого желудочка

Обструктивная нефропатия — редкая причина ОПП при циррозе, описанная в случаях напряженного асцита и повышенного тонуса мочепузырного сфинктера, индуцированного мидодрином [19, 20]. Тем не менее, исключение гидронефроза с помощью Прикроватного УЗИ занимает всего несколько минут и сужает круг дифференциальной диагностики. Кроме того, метод позволяет выявить дисфункцию катетера Фолея, приводящую к обструкции выходного отдела мочевого пузыря, а также



дифференцировать тазовый асцит от переполненного мочевого пузыря, что может вводить в заблуждение автоматические сканеры мочевого пузыря [21].

Что касается асцита, ультразвуковое исследование часто является основным методом визуализации для его обнаружения. С его помощью можно выявить даже 100 мл жидкости, тогда как чувствительность физикального осмотра значительно снижена, особенно у пациентов с ожирением [22]. Дополнительно прикроватное УЗИ помогает в проведении парацентеза под контролем УЗИ и дифференциации патологии кишечника от асцита как причины вздутия живота [23].

Оценка толерантности к инфузионной терапии

Учитывая широкое применение эмпирического внутривенного введения жидкостей у госпитализированных пациентов с циррозом и ОПП, критически важно оценить баланс потенциального вреда и пользы инфузионной терапии — концепт, известный как оценка толерантности к объёмной нагрузке [24]. Проще говоря, если у пациента уже имеются признаки конгестии (например, ультразвуковые признаки повышенного давления в левом и/или правом предсердии [RAPs]), введение жидкостей с меньшей вероятностью улучшит функцию почек и может привести к ятрогенной гиперволемии.

Этот концепт отличается от жидкостной реактивности (fluid responsiveness), традиционно изучаемой в исследованиях по реанимации. Жидкостная реактивность подразумевает способность пациента увеличивать ударный объём сердца в ответ на инфузию. Однако её наличие не является показанием к введению жидкостей, так как это физиологическое состояние, а его истощение может перевести пациента в патологический режим. Более того, жидкостная реактивность не гарантирует толерантности к объёмной нагрузке. В недавнем исследовании с участием критически больных пациентов на ИВЛ признаки конгестии выявлялись у >50% как в группе с жидкостной реактивностью, так и без неё [25]. Хотя исследование не включало пациентов с циррозом, эти данные вызывают беспокойство, учитывая склонность данной популяции к эмпирической объёмной экспансии и её осложнениям.

Ультразвуковая оценка лёгких и нижней полой вены (НПВ) — технически простые методы, которые мы рассматриваем как отправную точку оценки толерантности к инфузионной терапии, так как они отражают давление в левых и правых отделах сердца соответственно.



Ультразвуковое исследование лёгких

Учитывая высокую распространённость диастолической дисфункции у пациентов с циррозом и повышенный риск лёгочных осложнений на фоне терапии, оценка лёгких на предмет внесосудистой жидкости является обоснованным подходом, особенно для пациентов, получающих или ожидающих внутривенные инфузии. Однако чувствительность аускультации в выявлении лёгочного застоя ограничена в различных клинических контекстах, включая сердечную недостаточность, терминальную стадию хронической болезни почек и критически больных пациентов [26–28].

Прикроватное ультразвуковое исследование лёгких (POCUS) представляет собой безопасный метод, не требующий ионизирующего излучения, и превосходит аускультацию в обнаружении внесосудистой жидкости. Количество В-линий — вертикальных гиперэхогенных артефактов, визуализируемых при POCUS лёгких, — коррелирует с давлением заклинивания лёгочных капилляров, а выявление субклинического лёгочного застоя с помощью POCUS имеет прогностическое значение [29–32] (Рис. 2). Примечательно, что POCUS превосходит рентгенографию грудной клетки в диагностике кардиогенного отёка лёгких [33]. Однако, как показано на Рис. 3, В-линии не специфичны для кардиогенного отёка и должны интерпретироваться в рамках клинической картины.

Кроме того, POCUS лёгких высокоэффективен в выявлении плевральных выпотов. Согласно одному исследованию, переднезадняя рентгенография грудной клетки не обнаружила почти 40% выпотов, видимых при ультразвуковом исследовании у пациентов с циррозом [34].

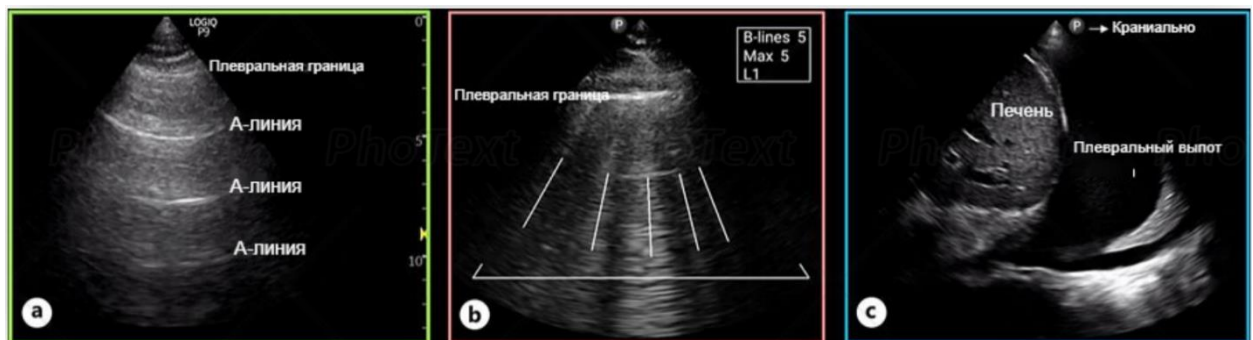


Рисунок 2 Изображения ультразвукового исследования легких, демонстрирующие горизонтальные А-линии в одном межреберном промежутке (нормальная находка) (а), вертикальные В-линии в одном межреберном промежутке (указывающие на застой; используется автоматический счетчик В-линий) (б), анэхогенный плевральный выпот (в)



Рисунок 3 Возможные причины В-линий на ультразвуковом исследовании легких. Неровная плевральная поверхность указывает на некардиогенное происхождение; однако в некоторых случаях или при наличии сопутствующих состояний оценка сердечных давлений наполнения является необходимой для дифференциации кардиогенных и некардиогенных причин.

Ультразвуковое исследование нижней полой вены (НПВ)

Поскольку повышение давления в правом предсердии (RAP) способствует венозному застою и последующему развитию острого повреждения почек (ОПП), известного как **застойная нефропатия**, выявление повышенного RAP у постели больного требует осторожности при назначении внутривенных инфузий во избежание усугубления венозной конгестии [35]. У пациентов отделения интенсивной терапии с установленными центральными венозными катетерами RAP можно оценить инвазивно через измерение центрального венозного давления. Для пациентов без катетеров УЗИ НПВ предоставляет неинвазивный метод оценки RAP. Фактически, УЗИ НПВ является стандартным компонентом эхокардиографии для этой цели.

Критерии оценки RAP по данным УЗИ НПВ:

- У пациентов с самостоятельным дыханием:
 - Диаметр НПВ $< 2,1$ см с коллапсом $> 50\%$ при глубоком вдохе указывает на RAP 0–5 мм рт.ст.
 - Диаметр НПВ $> 2,1$ см с коллапсом $< 50\%$ соответствует RAP 10–20 мм рт.ст.



- Промежуточные значения (RAP 5–10 мм рт.ст.) предполагаются при диаметре НПВ >2,1 см с хорошим коллапсом или <2,1 см с ограниченным коллапсом [36].

Клинические аспекты при циррозе:

В исследовании Велеса и соавт. [37] с использованием POCUS НПВ у пациентов с циррозом выявлены ограничения традиционной клинической оценки. Среди 53 пациентов с диагнозом ГРС 1-го типа по клиническим критериям у 64% обнаружены корригируемые нарушения объёмного статуса (гиповолемия, гиперволемия, внутрибрюшная гипертензия) на основании предопределённых ультразвуковых критериев НПВ.

Ограничения метода в реальной практике:

1. Дифференциация гиповолемии и эуволемии:

- Маленький коллабируемый НПВ не позволяет достоверно различить эти состояния. Например, у стабильных пациентов нефрологических клиник часто наблюдается полный коллапс НПВ без признаков гиповолемии.

2. Проблемы стандартизации:

- Пороговые значения коллапса НПВ получены преимущественно у неострых пациентов. У госпитализированных больных сила дыхания переменна, а соблюдение инструкций (например, при печеночной энцефалопатии) затруднено.

3. Недостоверность при ИВЛ:

- Оценка RAP через НПВ ненадежна у пациентов на искусственной вентиляции легких [38].

4. Особенности при циррозе:

- При высоком сердечном выбросе и вазодилатации (типично для цирроза) НПВ обычно мал и коллабируем, пока давление наполнения сердца не начинает расти [39]. В таких случаях инфузионная терапия нецелесообразна, а раннее назначение вазопрессоров может улучшить функцию почек.

Технические сложности:

- Визуализация внутripеченочного отдела НПВ у пациентов с циррозом часто затруднена из-за структурных изменений печени. В эхокардиографических заключениях нередко указывается, что НПВ «недостаточно визуализирован», что делает оценку RAP невозможной.



- При внутрибрюшной гипертензии НПВ может оставаться малым даже при повышенном RAP. Хотя сужение внутрипеченочной НПВ, улучшающееся при изменении положения тела, описано как ультразвуковой маркер внутрибрюшной гипертензии, его специфичность неясна [40]. В нашей практике подобные изменения наблюдались у пациентов без значительного асцита вследствие гипертрофии хвостатой доли печени.

- «Волнообразная деформация НПВ» (IVC scalloping), вызванная сдавлением увеличенной хвостатой долей, в одном исследовании признана специфичным признаком цирроза [41].

Рекомендации:

- При подозрении на внутрибрюшную гипертензию целесообразно дренирование асцита для улучшения почечной перфузии (при приемлемом риске процедуры).

- У некоторых пациентов с циррозом НПВ может быть расширен при нормальном RAP из-за портосистемных коллатералей, дренирующихся в него [42].

Рис. 4 иллюстрирует ключевые факторы, влияющие на интерпретацию УЗИ НПВ: объёмный статус, специфичные для цирроза артефакты и клинический контекст.



Рисунок 4 Ключевые факторы, влияющие на ультразвуковое исследование нижней полой вены (IVC) и давление в правом предсердии, помимо внутрисосудистого объема.



Ультразвуковое исследование внутренней яремной вены

Если доступ к нижней полой вене (НПВ) затруднён или её оценка ненадёжна, альтернативой для определения давления в правом предсердии (RAP) может служить оценка внутренней яремной вены (ВЯВ). Согласно недавнему исследованию у пациентов с циррозом, индекс коллапса площади поперечного сечения ВЯВ $\leq 24,8\%$ был более эффективен для прогнозирования центрального венозного давления ≥ 8 мм рт.ст. (чувствительность 100%, специфичность 97,1%), превосходя УЗИ НПВ. Кроме того, НПВ не была адекватно визуализирована в 18% случаев, что подчеркивает технические сложности у данной категории пациентов [43].

Однако при использовании **прикроватного УЗИ внутренней яремной вены** необходима осторожность из-за возможных ошибок. К ним относятся: некорректное положение головы (подъем или поворот), избыточное давление датчика на вену, предшествующий тромбоз, вариации глубины правого предсердия (в отличие от традиционного допущения в 5 см), а также многочисленные методики, описанные в литературе, такие как измерение высоты венозного столба, дыхательных колебаний диаметра, площади поперечного сечения и реакции на пробу Вальсальвы [44, 45].

При первичной оценке пациента, если данные **прикроватного УЗИ лёгких, НПВ или внутренней яремной вены** указывают на толерантность к инфузионной терапии, оправдано введение внутривенного альбумина. Напротив, при признаках непереносимости объёмной нагрузки или отсутствии улучшения функции почек (ОПП) на фоне начальной инфузионной терапии целесообразно провести прицельное эхокардиографическое исследование для углублённой оценки и изучения патофизиологии ГКРС.

Прицельное эхокардиографическое исследование

Прикроватное УЗИ сердца позволяет глубже оценить гемодинамические нарушения и оптимизировать тактику лечения. Например, переполненная НПВ или ВЯВ может наблюдаться при различных состояниях, таких как перикардальный выпот, правожелудочковая недостаточность вследствие хронической лёгочной гипертензии, тромбоэмболия лёгочной артерии, бивентрикулярная недостаточность, трикуспидальная регургитация или ятрогенный пневмоторакс после катетеризации центральных вен. Интерпретация переполненной НПВ как «гиперволемии» не всегда приводит к корректному лечению [46].



Тщательный анализ изображений в режиме серой шкалы и цветового доплера позволяет быстро определить:

- Наличие/отсутствие перикардального выпота;
- Систолическую функцию левого желудочка (ЛЖ) (визуальная оценка фракции выброса);
- Значимые клапанные нарушения (например, митральная регургитация, вызывающая отёк лёгких);
- Выраженное увеличение камер сердца (например, дилатация правого желудочка со сдавлением ЛЖ или расширение левого предсердия при диастолической дисфункции) [47].

Ключевой момент: «Гипердинамический ЛЖ» не эквивалентен гиповолемии. Это состояние может отражать:

- Гиповолемию;
- Эуволемию;
- Гиперкинетический режим кровообращения (например, при циррозе).

Исследование у пациентов с сепсисом и септическим шоком подтверждает это: у больных циррозом фракция выброса ЛЖ (64% против 56%) и ударный объём (72 мл против 48 мл) были значимо выше, а эластичность артерий и системное сосудистое сопротивление — ниже, чем у пациентов без цирроза [48]. Это указывает, что гиповолемия не является основной причиной гипердинамического кровообращения в данной популяции.

Допплерографические параметры (при наличии навыков у оператора) повышают диагностическую ценность прикроватного УЗИ сердца. Например:

- Оценка диастолической функции через тканевой доплер ($E/e' > 14$);
- Выявление легочной гипертензии (пиковая скорость трикуспидальной регургитации > 2.8 м/с);
- Анализ кровотока в печёночных венах (систолическая реверсия при констриктивном перикардите).

Ударный объём левого желудочка

Этот параметр имеет важное значение при оценке жидкостной реактивности и дифференциации гиповолемии от гиперкинетического режима кровообращения. При гиповолемии ударный объём снижен на фоне гипердинамического сердца, тогда как при гиперкинетическом режиме ударный объём повышен. Такое различие помогает



определить, будет ли пациент лучше реагировать на внутривенные инфузии или вазопрессоры, такие как норадреналин и терлипрессин.

Назначение инфузионной терапии на основании малого коллабируемого НПВ у пациентов с гиперкинетическим кровообращением может привести к ятрогенной гиперволемии, так как у них повышено давление наполнения сердца, что способствует развитию сердечной недостаточности с высоким выбросом, особенно после начала вазоконстрикторной терапии и увеличения постнагрузки (Рис. 5).

Кроме того, новые данные показывают, что пациенты с кажущейся толерантностью к инфузионной терапии не всегда обладают жидкостной реактивностью. Исследование Кенни и соавт. [49] с участием 41 пациента отделения неотложной помощи с гипоперфузией выявило, что даже у лиц без предшествующей инфузионной терапии и с ультразвуковыми признаками низкой преднагрузки частота отсутствия реакции на инфузии достигала ~30%.

Оценка ударного объёма также критически важна при явной сердечной недостаточности для определения сердечного индекса и необходимости инвазивного мониторинга, инотропной поддержки или механической поддержки кровообращения.

Ультразвуковая оценка ударного объёма:

1. Методика:

- Умножение диаметра выносящего тракта левого желудочка (LVOT) на интеграл скорости во времени (VTI), измеренный при трассировке доплеровского спектра потока через LVOT (Рис. 6).
- Нормальный диапазон VTI: 18–22 см при ЧСС 55–95 уд/мин [50].

2. Клиническое применение:

- VTI ЛВОТ используется как суррогатный маркер ударного объёма, так как диаметр ЛВОТ индивидуален и постоянен.

3. Ограничения:

- Некорректный угол доплера (при наклоне датчика) → значительные погрешности.
- Отсутствие усреднения измерений (особенно при аритмии) → грубая недо-/переоценка показателей.

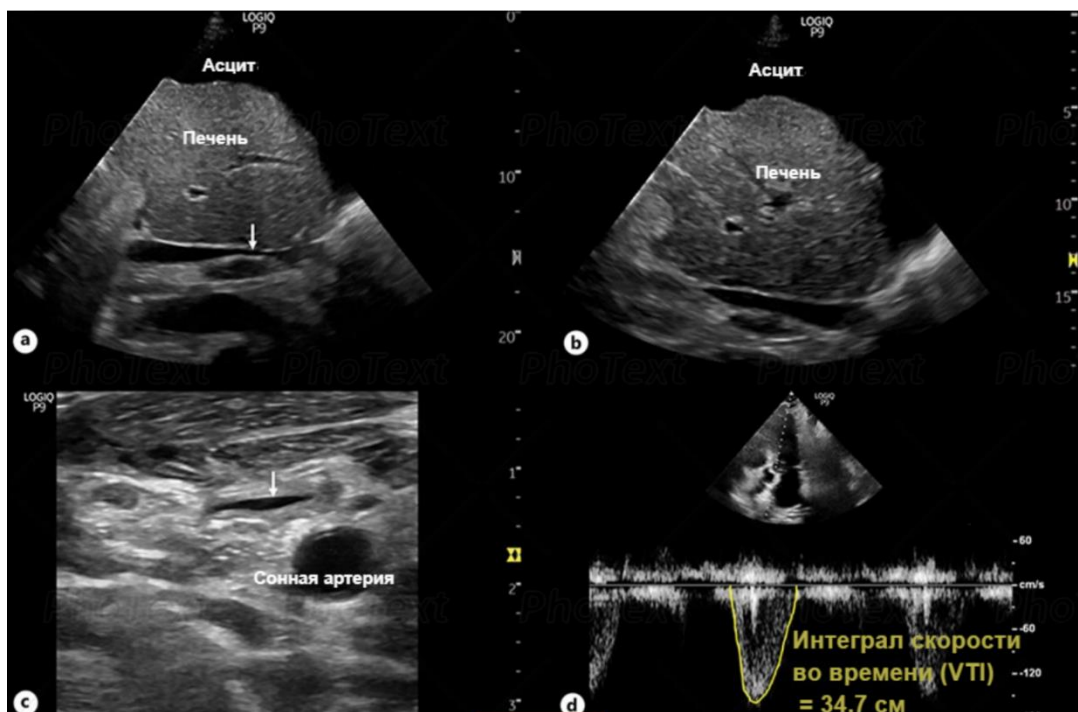


Рисунок 5 POCUS-находки у пациента с циррозом и острой почечной недостаточностью. a, b — малая коллабируемая нижняя полая вена, что свидетельствует об отсутствии повышения давления в правом предсердии (стрелка указывает на место коллапса). c — щелевидная внутренняя яремная вена [стрелка] у основания шеи, соответствующая данным по нижней полой вене. d — доплеровское исследование тракта выноса левого желудочка показывает сверхнормальный интеграл скорости по времени (VTI), что свидетельствует о состоянии с высоким сердечным выбросом (маловероятен дефицит объема).

давление наполнения левого желудочка

Диастолическая дисфункция (ДД) — наиболее чувствительный параметр для диагностики цирротической кардиомиопатии, возникающий на ранних стадиях заболевания. Её распространённость значительна: систематический обзор выявил ДД у 44,6% пациентов класса Child-Pugh A, 62% класса B и 63,3% класса C [51]. Таким образом, возможность оценки давления наполнения ЛЖ у постели больного повышает безопасность при оценке рисков и пользы инфузионной терапии.

Клинические аспекты:

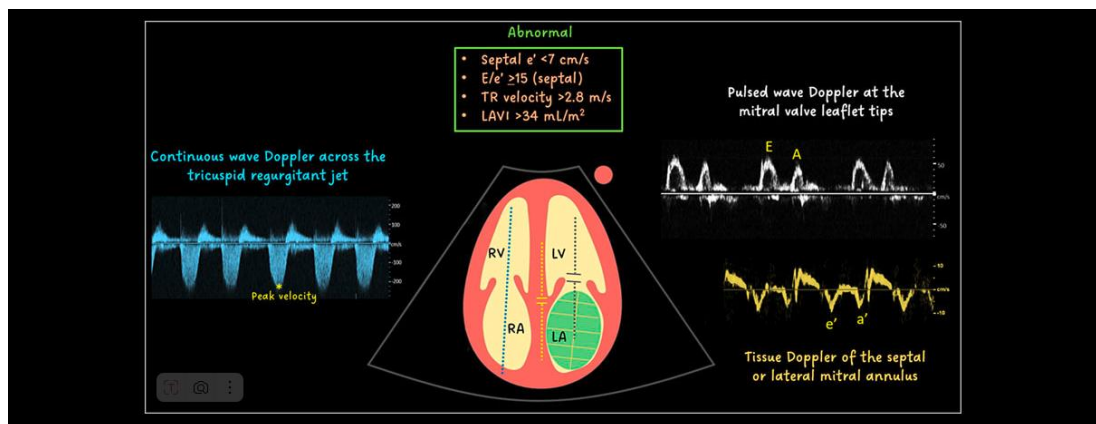


Рисунок 6 Оценка ударного объема и сердечного выброса при фокусной эхокардиографии.



- В-линии на УЗИ лёгких не специфичны для кардиогенного отёка: они также наблюдаются при пневмонии (например, аспирационной у пациентов с энцефалопатией или COVID-19), фиброзе лёгких и ОРДС [52].

- Оценка давления наполнения сердца помогает дифференцировать кардиогенные и некардиогенные причины внесосудистой жидкости в лёгких.

Критерии диагностики повышенного давления наполнения ЛЖ (согласно Консорциуму по цирротической кардиомиопатии) [53]:

1. **Скорость e' межжелудочковой перегородки** (патология: <7 см/с).
2. **Соотношение E/e'** (патология: ≥ 15).
3. **Индекс объёма левого предсердия** (патология: >34 мл/м²).
4. **Скорость трикуспидальной регургитации** (патология: $>2,8$ м/с).

Наличие ≥ 3 критериев указывает на выраженную ДД.

- Е:** пиковая скорость раннего диастолического потока через митральный клапан.

- e' :** скорость движения митрального кольца в раннюю диастолу по тканевому доплеру, отражающая релаксацию миокарда (Рис. 7).

Ограничения критериев:

- Трансмитральный поток (Е):** зависит от преднагрузки.
- Размер левого предсердия:** может увеличиваться при гиперкинетических состояниях (например, цирроз) без ДД.

-





Рисунок 7 Параметры POCUS, используемые для оценки диастолической дисфункции. Синяя пунктирная линия – непрерывноволновой доплер через трикуспидальный клапан. Желтая пунктирная линия – тканевой доплер медиального участка митрального кольца. Серая пунктирная линия – импульсно-волновой доплер трансмитрального потока. Сокращения: TR – трикуспидальная регургитация, LAVI – индекс объема левого предсердия, LV – левый желудочек, RV – правый желудочек, RA – правое предсердие

- **Скорость трикуспидальной регургитации:** не дифференцирует пре-/посткапиллярную лёгочную гипертензию (например, портопультмональную гипертензию) и зависит от ИВЛ.

Ключевой маркер:

- **e' и соотношение E/e'** — относительно независимы от преднагрузки, отражают релаксацию миокарда. Надежны для оценки давления наполнения ЛЖ у пациентов на ИВЛ [54].

Клиническое значение:

- **e' <7 см/с** ассоциирован с отсутствием ответа на терлипрессин у пациентов с циррозом и ОПП, что может указывать на тяжесть цирротической кардиомиопатии и сниженную толерантность к повышению постнагрузки [39].
- В этом исследовании ЦВД при поступлении в ОРИТ составляло 9,8 мм рт.ст., через 24 ч — 11,2 мм рт.ст., что исключало гиповолемию как причину ОПП; показатели УЗИ лёгких при поступлении подтверждали распространённость непереносимости инфузий.

Оценка венозного застоя

Прикроватная оценка венозного застоя привлекает внимание в исследованиях сердечной недостаточности, подчеркивая её важность в контексте застойной нефропатии [55]. Хотя **прикроватное УЗИ НПВ и ВЯВ** помогает оценить давление в правом предсердии (RAP), эти методы не отражают влияние застоя на венозное кровообращение и органную конгестию. В этой связи **ультразвуковая оценка венозного застоя (VExUS, Venous Excess Ultrasound)** стала ценным инструментом прикроватной диагностики для выявления венозного застоя и мониторинга эффективности деконгестивной терапии благодаря анализу динамики доплеровских спектров. Для этого используются спектры потока печеночных, портальных и внутрипочечных вен, детально описанные в нефрологической литературе [56, 57] (Рис. 8).



Особенности при циррозе:

- Данные о применении VExUS при циррозе ограничены.
- Спектры печеночных и портальных вен могут быть ненадёжными, что требует оценки внутрипочечных вен (наиболее технически сложный метод) для подтверждения застойной нефропатии.
- Тем не менее, клиническая ценность сохраняется: в описанном случае при биопсийно подтверждённом циррозе спектры печеночных и портальных вен использовались для диагностики застоя и контроля деконгестивной терапии (Рис. 9, 10) [58].

Дополнительные методы:

- **Допплерография бедренной вены** — перспективное дополнение к VExUS. Будучи легкодоступной и внепеченочной, она может применяться у пациентов с циррозом в сочетании с оценкой внутрипочечных вен [59].

Необходимость исследований:

- Требуются дальнейшие исследования для определения роли VExUS при циррозе, включая стандартизацию критериев и оценку прогностической значимости.

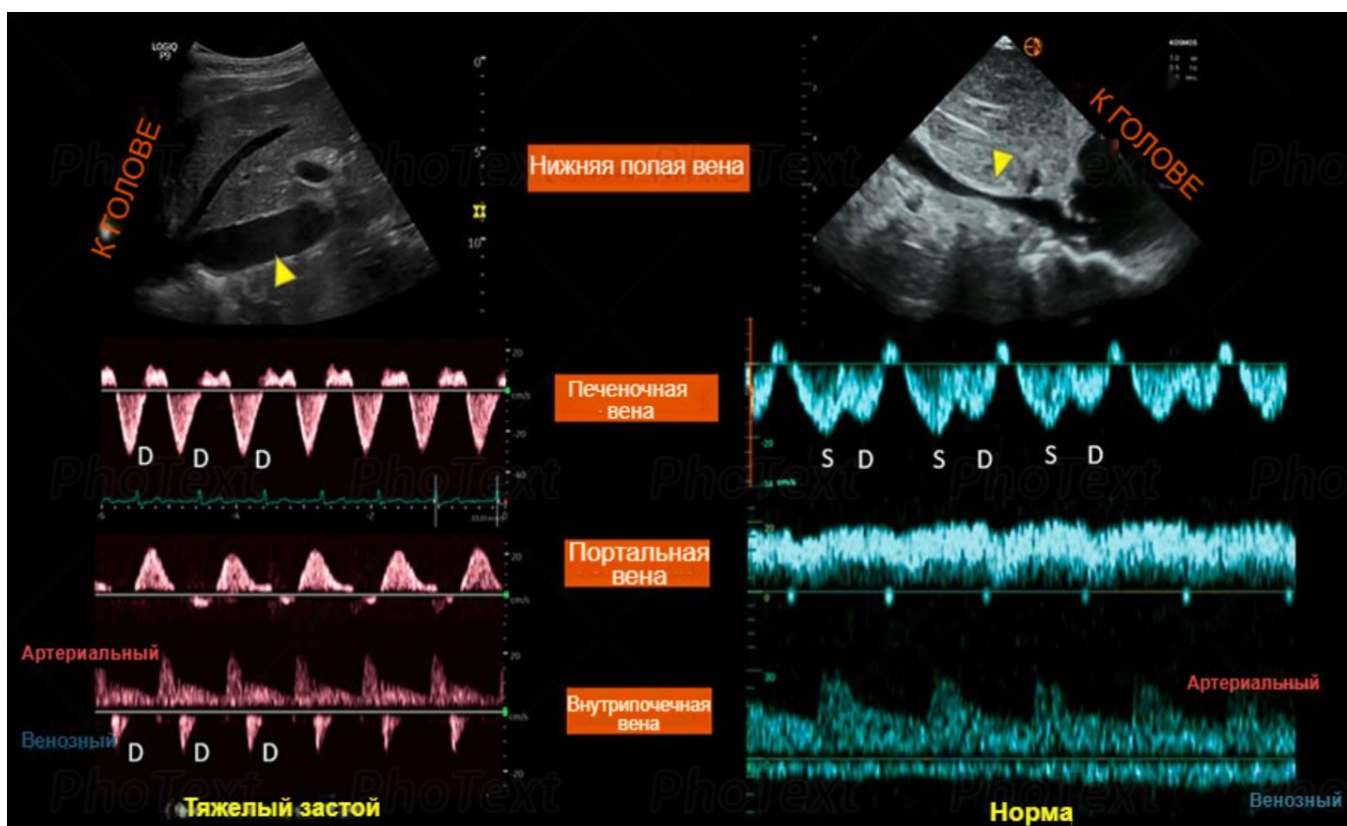


Рисунок 8 Ненормальные (левая панель) и нормальные (правая панель) венозные доплеровские кривые. На левой панели волны указывают на выраженный застой, сопровождающийся полнокровной нижней полой веной — на доплерограмме печеночной вены виден только диастолический (D) компонент, пульсирующий поток в воротной вене и монофазный (только D) поток в паренхиматозных венах почек. В отличие от этого, правая панель показывает нижнюю полую вену с нормальным внешним видом и нормальными кривыми: систолическая (S) и диастолическая (D) волны ниже изолинии на доплерограмме печеночной вены, а также непрерывные доплеровские сигналы в воротной и внутрипочечной венах

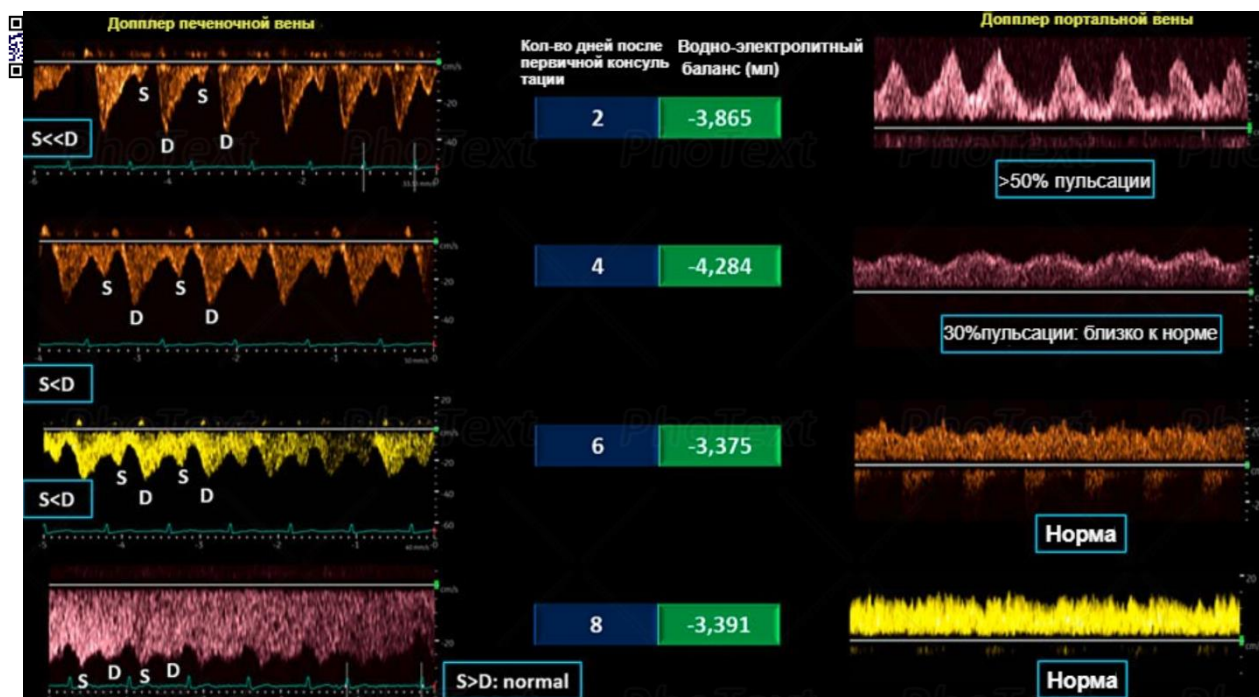


Рисунок 9. POCUS-находки у пациента с циррозом, клинически оценённого как находящегося в состоянии дефицита объёма, выявляют полнокровную нижнюю полую вену в поперечном сечении, а также инверсию систолической (S) волны на доплерограмме печёночной вены (паттерн только D) и выраженно пульсирующую кривую в воротной вене — всё это указывает на выраженный венозный застой. Дополнительно, на короткой оси сердца визуализируется увеличенный правый желудочек (ПЖ), вызывающий уплотнение межжелудочковой перегородки и придающий левому желудочку (ЛЖ) форму буквы D вместо нормальной округлой формы

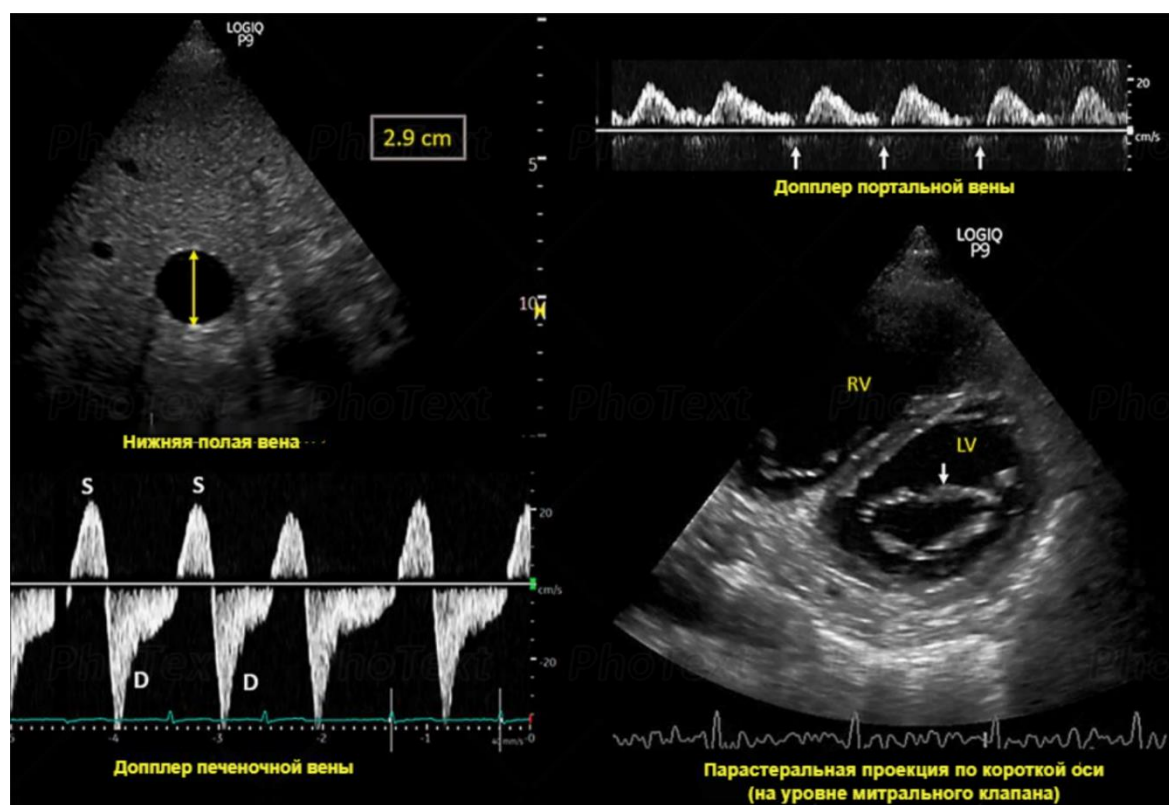


Рисунок 10. Показана динамика доплеровских кривых печёночной и воротной вен у пациента, находящегося на постоянной заместительной почечной терапии. Баланс жидкости отражает суммарное изменение по сравнению с предыдущим исследованием. На кривых обозначения S и D соответствуют систолической и диастолической волнам соответственно. На 8-й день доплерограмма печёночной вены выглядит сглаженной, что ожидаемо у пациентов с циррозом или стеатозом печени. Примечательно, что волна S следует за комплексом QRS на ЭКГ. Как видно на изображении, нормализация кривой воротной вены обычно происходит раньше, чем нормализация печёночной.



Рисунок 11 иллюстрирует наш алгоритм мультиорганного прикроватного УЗИ (POCUS) для данной клинической ситуации. Кратко:

Этап 1. Оценка пациента с ОПП на фоне цирроза:

1. УЗИ почек:

- Исключение обструктивной нефропатии.
- Качественная оценка объёма асцита и его потенциала вызывать внутрибрюшную гипертензию.
- При подозрении на внутрибрюшную гипертензию → рассмотреть парацентез.

Этап 2. Оценка толерантности к инфузионной терапии:

2. Давление в правом предсердии (RAP):

- Прикроватное УЗИ НПВ и/или ВЯВ.
- 3. Внесосудистая вода в лёгких:**
 - Прикроватное УЗИ лёгких (количество В-линий).

Этап 3. Тактика лечения:

- **Если пациент толерантен к объёмной нагрузке:**
 - Введение эмпирического альбумина.
 - **Исключение:** если альбумин уже вводился 1–2 дня до оценки → анализ ударного объёма через **VTI LVOT** (интеграл скорости во времени выносящего тракта ЛЖ):
 - **Гиперкинетический режим** (высокий сердечный выброс) + гипотензия → назначение норадреналина/терлипрессина, отмена альбумина.
 - **Сниженный ударный объём** + гипердинамический ЛЖ → дополнительный альбумин + коррекция причин потери объёма.
 - **Повышенное E/e'** → ограничение альбумина.
- **Если пациент нетолерантен к объёмной нагрузке:**
 - Оценка сердечной функции для дифференциации:
 - Сердечная недостаточность с высоким выбросом.
 - Цирротическая кардиомиопатия с систолической дисфункцией ЛЖ.
 - Выбор тактики (вазопрессоры, инотропы) в сотрудничестве с мультидисциплинарной командой.



Рисунок 11. Концептуальная схема применения прикроватного УЗИ (POCUS) при оценке цирроза и острого повреждения почек (подробности в тексте). Сокращения: НПВ — нижняя полая вена; ВЯВ — внутренняя яремная вена; ФВ — фракция выброса; ЛЖ — левый желудочек; E/e' — соотношение скорости раннего диастолического трансмитрального потока (E) и скорости движения митрального кольца в раннюю диастолу (e'); VExUS — ультразвуковая оценка венозного застоя (доплерографический анализ венозной конгестии); VTI LVOT — интеграл скорости во времени выносящего тракта левого желудочка; ПЖ — правый желудочек. Рисунок адаптирован с разрешения: Koratala et al. Hepatobiliary Surg Nutr 2024;13(3):536–539. doi: 10.21037/hbsn-24-220.

Заключение и перспективы

Прикроватное ультразвуковое исследование (УЗИ) играет ключевую роль в упрощении диагностики острого повреждения почек (ОПП) при циррозе, помогая идентифицировать различные гемодинамические фенотипы. Однако важно признать, что сам по себе диагностический инструмент не улучшает исходы, если не связан с эффективным лечением. Если прикроватное УЗИ повышает уверенность в диагнозе, сокращает время до его установления и предотвращает необоснованные вмешательства (например, развитие одышки из-за гиперволемии), это представляет значительный прогресс.

Многие параметры прикроватного УЗИ не являются новыми и давно интегрированы в клиническую практику с доказанной эффективностью. Например, эхокардиография рутинно выполняется у госпитализированных пациентов с подозрением на нарушения объёмного статуса, и её валидация для каждой конкретной популяции редко ставится под сомнение. Аналогично, ультразвуковая оценка лёгких и доплерографические маркеры венозного застоя используются более двух десятилетий.



Инновационность подхода заключается в применении целенаправленного **мультиорганного прикроватного УЗИ** непосредственно лечащим врачом, что позволяет:

- Усилить принятие решений у постели больного;
- Снизить фрагментарность оказания помощи;
- Повысить эффективность лечения.

Направления будущих исследований:

1. Оптимизация использования прикроватного УЗИ при различных фенотипах сложных заболеваний, таких как ГРС-ОПП.
2. Разработка протоколов, связывающих ультразвуковые находки с целевой терапией.
3. Оценка влияния метода на клинически значимые исходы (например, выживаемость, частоту осложнений).

Такой подход может раскрыть ранее неизученные патофизиологические механизмы и укрепить концепции, такие как **гепатокардиоренальный синдром (ГКРС)**.

Ключевые ограничения:

- **Зависимость от оператора:** как и другие аспекты медицины (сбор анамнеза, клиническое суждение), эффективность прикроватного УЗИ зависит от навыков врача в получении, интерпретации и интеграции данных в тактику лечения.
- **Риск гипердиагностики:** Переоценка возможностей метода или собственной компетенции может привести к неоптимальному ведению пациентов.

Рекомендации для профессионального сообщества:

- Разработка **универсальных стандартов обучения** и **системы оценки компетенций** для обеспечения качества оказания помощи.
- Междисциплинарное сотрудничество (нефрология, гепатология, кардиология) для создания клинических руководств.

Таким образом, прикроватное УЗИ — не просто технология, а **стратегия персонализированного подхода**, требующая глубокого понимания патофизиологии и ответственного применения в клинической практике.

Оригинал статьи и литература доступны по ссылке

<https://doi.org/10.1159/000543681>