



Возможности ультразвуковой шкалы VExUS в прогнозировании острого повреждения почек у пациентов после кардиохирургических операций

Н.С. Клименцова*, Ю.Р. Камалов, Е.Н. Платова, Е.Ю. Крыжановская

ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского”;
119991 Москва, ГСП-1, Абрикосовский пер., д. 2, Российская Федерация

Цель исследования: оценить возможности шкалы VExUS в выявлении пациентов с высоким риском развития острого повреждения почек (ОПП) после кардиохирургических операций.

Материал и методы. В исследование было включено 69 пациентов, перенесших кардиохирургическое вмешательство. Средний возраст пациентов составил 59 лет (от 50 до 80 лет). Среди них мужчин было 48 (69,6%), женщин – 21 (30,4%). Всем пациентам выполнялась ультразвуковая оценка венозного застоя по протоколу VExUS (оценка диаметра нижней полой вены, доплеровское исследование форм кровотока в печеночных, портальной и внутривенных венах). Исследование проводилось до операции и в раннем послеоперационном периоде. ОПП диагностировали в соответствии с критериями KDIGO (Kidney Disease Outcomes Quality Initiative).

Результаты. У 25 (36,2%) пациентов в раннем послеоперационном периоде развилось ОПП. При сравнении групп пациентов с ОПП и без ОПП статистически значимые различия в распределении степеней венозного застоя по шкале VExUS выявлены только в первые 24 ч после операции ($p = 0,036$). При отдельном анализе выраженный венозный застой (VExUS 3-й степени) статистически значимо чаще выявлялся у пациентов с ОПП ($p = 0,013$), тогда как при использовании порогового значения VExUS ≥ 2 -й степени статистически значимой связи с развитием ОПП не выявлено.

Заключение. Выраженный венозный застой (VExUS 3-й степени), выявленный в раннем послеоперационном периоде после кардиохирургического вмешательства, статистически значимо чаще выявлялся у пациентов с ОПП. Оценка венозного застоя с помощью прикроватного ультразвукового исследования по шкале VExUS может быть использована в качестве дополнительного метода выявления пациентов с высоким риском развития ОПП.

Ключевые слова: острое повреждение почек; венозный застой; VExUS; ультразвуковое исследование

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Клименцова Наталья Сергеевна – врач лаборатории ультразвуковой диагностики отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики НКЦ № 1 ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского”, Москва. <https://orcid.org/0009-0000-3859-2206>

Камалов Юлий Рафаэлевич – доктор мед. наук, профессор, заведующий лабораторией ультразвуковой диагностики отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики НКЦ № 1 ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского”, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-6202-8506>

Платова Елена Николаевна – канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории ультразвуковой диагностики отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики НКЦ № 1 ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского”, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-1059-3773>

Крыжановская Евгения Юрьевна – канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории ультразвуковой диагностики отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики НКЦ № 1 ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского”, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-9862-8266>

Контактная информация*: Клименцова Наталья Сергеевна – klimentsovanatali95@mail.ru

Цитирование: Клименцова Н.С., Камалов Ю.Р., Платова Е.Н., Крыжановская Е.Ю. Возможности ультразвуковой шкалы VExUS в прогнозировании острого повреждения почек у пациентов после кардиохирургических операций. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2026; 32 (3): ###–###. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-435>

Поступила в редакцию: 10.04.2026.

Принята к печати: 15.07.2026.

Опубликована online: 24.09.2026.

ВВЕДЕНИЕ

Острое повреждение почек (ОПП) является одним из наиболее частых и тяжелых осложнений после кардиохирургических вмешательств, встречаясь у 15–30% пациентов, и сопровождается увеличением длительности госпитализации, частоты неблагоприятных исходов и ростом госпитальной летальности [1, 2]. Современные методы ранней диагностики ОПП, основанные на оценке сывороточного креатинина и диуреза, обладают ограниченной чувствительностью и нередко выявляют повреждение уже после его развития [3]. В связи с этим особое значение приобретает ранняя неинвазивная оценка почечной гемодинамики и венозного застоя, которая может способствовать выявлению пациентов с повышенным риском развития ОПП до появления выраженных биохимических изменений.

Нарушения почечной перфузии и венозный застой играют ключевую роль в патогенезе ОПП, особенно в условиях низкого сердечного выброса, артериальной гипотензии и перегрузки объемом [4]. В последние годы достижения в области ультразвуковой диагностики подчеркнули потенциал методов оценки венозного застоя с использованием системы VExUS (Venous Excess Ultrasound Grading System) для прогнозирования развития ОПП [5, 6]. Прикроватный ультразвуковой протокол VExUS, предложенный W. Beaubien-Souligny и соавт., [7] включает оценку диаметра нижней полой вены и доплеровское исследование форм кровотока в печеночной, воротной и внутрипочечных венах с полуколичественной оценкой выраженности венозного застоя. В ряде недавних исследований показано, что более высокий балл по шкале VExUS ассоциируются с повышенным риском развития ОПП [8, 9].

Цель исследования: оценка способности шкалы VExUS выявлять пациентов с высоким риском развития острого повреждения почек после кардиохирургических вмешательств.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в период с ноября 2024 г. по июль 2025 г. в отделениях ультразвуковой диагностики и интенсивной терапии ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского”.

В исследование было включено 69 пациентов, которым предстояла операция на грудном отделе аорты с использованием аппарата искусственного кровообращения. Критерии включения в исследование:

- плановый характер операции;
- хроническая болезнь почек (ХБП) $\leq$ III стадии;
- отсутствие хирургического вмешательства по поводу клапанного порока сердца в анамнезе;
- наличие письменного информированного согласия на участие в исследовании.

Критериями исключения являлись:

- возраст <18 лет;
- ХБП 4–5 стадии;
- цирроз печени;
- тромбоз воротной или печеночных вен;
- трансплантация печени или почки в анамнезе;
- терминальная сердечная недостаточность (New York Heart Association (NYHA) IV, классификация Нью-Йоркской ассоциации сердца);
- невозможность проведения доплеровского исследования из-за отсутствия адекватного акустического доступа.

В зависимости от наличия ОПП пациенты были разделены на группу с ОПП (группа 1) и группу без ОПП (группа 2). ОПП диагностировали в соответствии с критериями KDIGO [10]. Согласно этим критериям, ОПП определяли как повышение сывороточного креатинина на $\geq 26,5$ мкмоль/л в течение 48 ч или увеличение сывороточного креатинина в $\geq 1,5$ раза относительно исходного уровня в течение 7 дней.

Исходные клинические и демографические данные, а также данные о хирургическом вмешательстве были собраны из электронной медицинской информационной системы (табл. 1).

Таблица 1. Исходные характеристики пациентов (n = 69)

Table 1. Baseline characteristics of the patients (n = 69)

Показатель	Данные	Примечание. Здесь и в табл. 2: п – число пациентов, ИМТ – индекс массы тела, ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка, СКФ – скорость клубочковой фильтрации, ХСН – хроническая сердечная недостаточность, ИК – искусственное кровообращение.
Возраст, годы	59,0 (50,0–87,0)	
Пол (мужской), п (%)	48 (69,6)	
ИМТ, кг/м ²	27,6 ± 4,31	
ФВ ЛЖ, %	60 (55,0–64,0)	
СКФ до операции, мл/мин/1,73 м ²	70,6 (66,1–94,4)	
Артериальная гипертензия, п (%)	58 (84,1)	
ХСН с сохраненной ФВ ЛЖ, п (%)	23 (33,3)	
Интраоперационные данные		
Продолжительность ИК, мин	126 (101–143)	
Время операции, мин	310 (250–359)	
Кровопотеря, мл	800 (600–1000)	

У всех пациентов проводилась ультразвуковая оценка системного венозного застоя по протоколу VExUS: до операции на ультразвуковой системе Samsung HS60-RUS с использованием конвексного датчика с рабочей частотой 1–7 МГц, в раннем послеоперационном периоде (в первые 24 ч после операции и на 3-й день) – на ультразвуковой системе Samsung NM70-RUS с использованием конвексного датчика с частотой 2–9 МГц. Каждое ультразвуковое исследование (УЗИ) включало доплерографию одной из печеночных вен, воротной вены, внутрипечечную венозную доплерографию, а также УЗИ нижней полой вены (НПВ). Все исследования проводились в соответствии с методикой, предложенной W. Beaubien-Souligny и соавт. [7], однако оценка формы печеночного кровотока выполнялась без одновременной синхронизации с электрокардиограммой.

Оценка венозного кровотока включала качественный анализ доплеровских спектров печеночной, воротной и внутрипечечных вен. Венозный пульсативный индекс (PI) в воротной вене измеряли по формуле:

$$PI = (V_{\max} - V_{\min}) / (V_{\max}),$$

где $V_{\max}$ – максимальная скорость и $V_{\min}$ – минимальная скорость кровотока в воротной вене. Характер венозного кровотока разделяли на 3 типа: нормальный (трехфазный печеночный спектр с $S \geq D$, $PI \leq 30\%$, непрерывный внутрипечечный кровоток), незначительные отклонения (печеночный спектр с $S < D$, $PI = 31–49\%$, прерывистый двухпиковый внутрипечечный кровоток) и выраженные изменения (печеноч-

ный спектр с реверсией S-волны, $PI \geq 50\%$, прерывистый однопиковый внутрипечечный кровоток). Комбинация указанных характеристик венозного кровотока с диаметром НПВ (измеренным во внутрипечечном отделе, на 1–2 см дистальнее впадения печеночных вен) определяла степень венозного застоя по шкале VExUS (0–3), где степень 0 (НПВ < 2 см) соответствовала отсутствию застоя, степень 1 (НПВ ≥ 2 см + отсутствие выраженных изменений) – легкому, степень 2 (НПВ ≥ 2 см + одно выраженное изменение) – умеренному и степень 3 (НПВ ≥ 2 см + два и более выраженных изменений) – выраженному венозному застою (рис. 1).

Статистический анализ проводили с использованием программы Jamovi версии 2,7. Нормальность распределения данных проводили с помощью теста Шапиро–Уилка. Данные с нормальным распределением описывали как среднее значение ± стандартное отклонение и сравнивали с использованием t-теста для независимых выборок. Данные с ненормальным распределением описывали с помощью медианы и межквартильного размаха (IQR) и сравнивали с использованием критерия Манна–Уитни. Категориальные переменные представляли в виде абсолютных значений и процентов. Для сравнения распределения степеней венозного застоя по шкале VExUS между группами пациентов с ОПП и без ОПП использовали таблицы сопряженности с применением точного критерия Фишера. Апостериорный анализ проводили с использованием стандартизированных остатков. Анализ дихотомизированных переменных (VExUS < 2 -й степени и VExUS ≥ 2 -й степени;

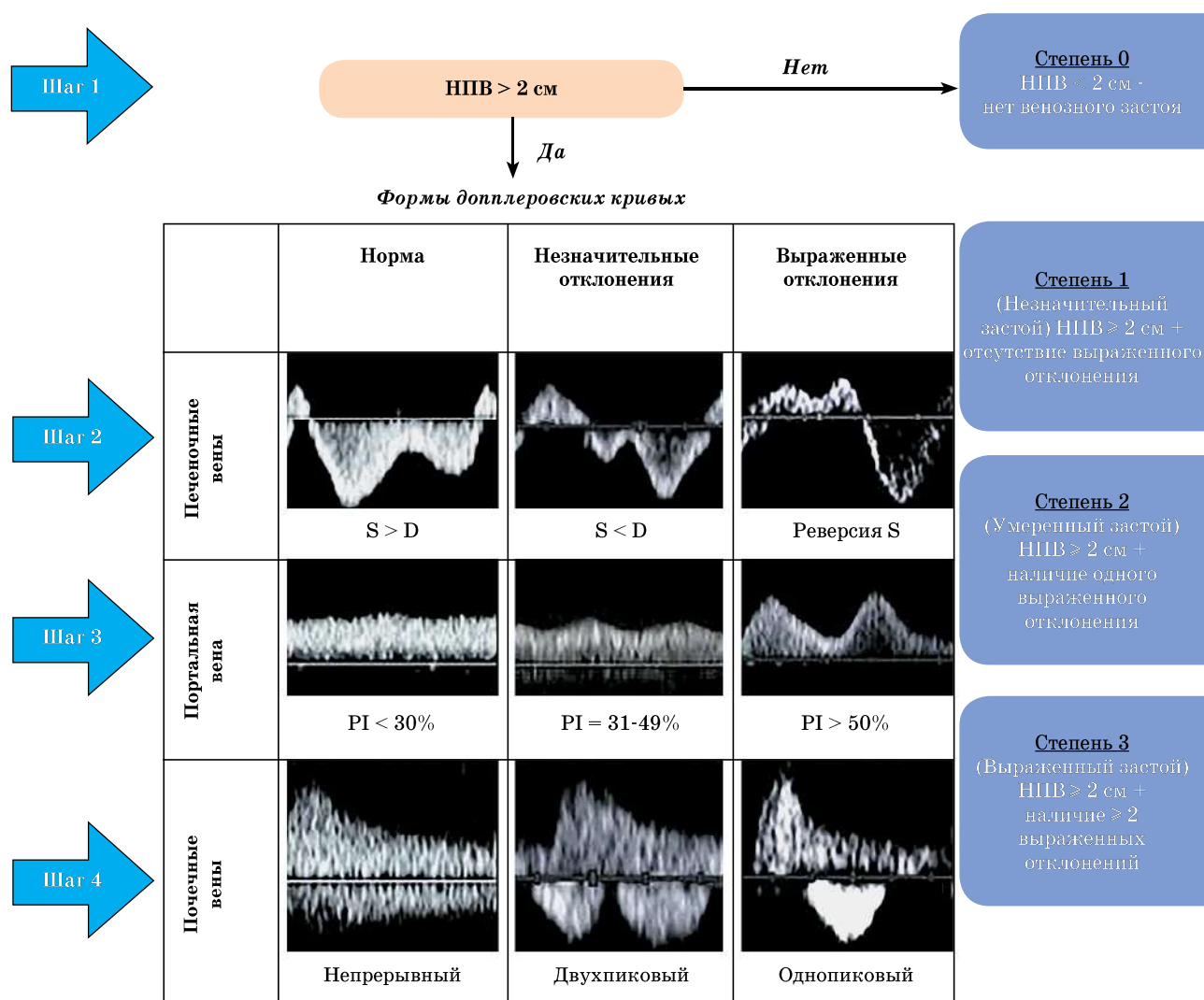


Рис. 1. Пошаговая оценка степени венозного застоя по протоколу VExUS.

Fig. 1. Stepwise assessment of the severity of venous congestion according to the VExUS protocol.

VExUS <3-й степени и VExUS 3-й степени) проводили с использованием точного критерия Фишера. Значение $p < 0,05$ считалось статистически значимым.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В общей когорте ($n = 69$) при дооперационной оценке преобладали легкие степени венозного застоя: VExUS 0-й и 1-й степени. VExUS 0-й степени наблюдался у 27 (39,1%) пациентов, VExUS 1-й степени – у 39 (56,5%), тогда как умеренный и выраженный застой (VExUS 2–3-й степени) встречались редко – у 3 (4,3%) пациентов. В первые 24 ч после операции отмечалось увеличение доли пациентов с умеренным и вы-

раженным венозным застоем: VExUS 2-й степени зарегистрирован у 19 (27,5%) пациентов, VExUS 3-й степени – у 11 (15,9%). К 3-м суткам отмечалась тенденция к снижению выраженности венозного застоя: VExUS 0-й степени выявлен у 9 (13,0%) пациентов, VExUS 1-й степени – у 49 (71,0%), тогда как VExUS 2-й и 3-й степени наблюдались у 10 (14,5%) и 1 (1,4%) пациента соответственно.

В зависимости от наличия ОПП в раннем послеоперационном периоде пациентов разделили на 2 группы: группа 1 – с ОПП ($n = 25$; 36,2%) и группа 2 – без ОПП ($n = 44$; 63,8%). При оценке тяжести ОПП у 25 пациентов группы 1 распределение по стадиям KDIGO было следующим: I стадия – у 22 (88%), II стадия – у 3 (12%),

Таблица 2. Различия между группами по исходным и интраоперационным данным**Table 2.** Differences between the groups in baseline and intraoperative data

Характеристики	Группа 1 (n = 25)	Группа 2 (n = 44)	p
Исходные данные			
Возраст, годы	64 (54,0–70,0)	56,5 (49,0–65,5)	0,144
Пол (мужской), n (%)	15 (60)	33 (75)	0,276
ИМТ, кг/м ²	27,9 ± 4,89	27,5 ± 3,99	0,446
ФВ ЛЖ, %	60 (55–64)	60 (54–63)	0,871
Креатинин, мкмоль/л	101(79–120)	83,0 (69,3–94,0)	0,033
СКФ, мл/мин/1,73 м ²	62,5 (55,3–73,5)	90,9 (72–100)	0,001
Артериальная гипертензия, n (%)	22 (88)	36 (81,8)	0,734
ХСН с сохраненной ФВ ЛЖ, n (%)	9 (36)	14 (31,8)	0,793
Интраоперационные данные			
Продолжительность ИК, мин	124 (102–133)	127 (101–143)	0,803
Время операции, мин	357 (280–412)	292 (242–327)	0,007
Кровопотеря, мл	1000 (600–1200)	725 (500–1000)	0,159

III стадия не выявлена. Заместительная почечная терапия в раннем послеоперационном периоде не потребовалась ни одному пациенту.

При сравнении группы 1 с группой 2 статистически значимых различий по возрасту, полу, индексу массы тела, фракции выброса левого желудочка, а также по частоте артериальной гипертензии и хронической сердечной недостаточности выявлено не было. Также не выявлено различий по продолжительности искусственного кровообращения и объему кровопотери ($p > 0,05$). В то же время были выявлены статистически значимые различия по исходному уровню креатинина, расчетной скорости клубочковой фильтрации и продолжительности операции (табл. 2).

В группе пациентов с ОПП в дооперационном периоде преобладали легкие степени венозного застоя: VExUS 0-й и 1-й степени отмечался у 12 (по 48%) пациентов, тогда как умеренный застой (VExUS 2-й степени) выявлен у 1 (4%) пациента; выраженный венозный застой (VExUS 3-й степени) до операции не регистрировался. В первые 24 ч после операции наблюдалось увеличение частоты венозного застоя: VExUS 3-й степени зарегистрирован у 8 (32%) пациентов, а VExUS 2-й степени – у 4 (16%) пациентов. Таким образом, суммарная доля пациентов с умеренным и выраженным венозным застоем ($VExUS \geq 2$ -й степени) составила 48%. К 3-м суткам отмечалось снижение выраженности венозного застоя: VExUS степень 3 сохранялся

лишь у 1 (4%) пациента, VExUS 2-й степени – у 4 (16%) пациентов, при этом преобладали легкие степени застоя (VExUS 1-й степени – 60%) (рис. 2).

В группе пациентов без ОПП в дооперационном периоде также преобладали легкие степени венозного застоя: VExUS 0-й степени выявлен у 15 (34,1%) пациентов, VExUS 1-й степени – у 27 (61,4%), тогда как умеренный и выраженный застой (VExUS 2–3-й степени) наблюдались лишь у 2 (4,6%) пациентов. В первые 24 ч после операции отмечалось увеличение доли умеренного венозного застоя: VExUS 2-й степени зарегистрирован у 15 (34,1%) пациентов, тогда как VExUS 3-й степени наблюдался лишь у 3 (6,8%). Суммарная доля пациентов с $VExUS \geq 2$ -й степени составила 40,9%. На 3-и сутки выраженный венозный застой (VExUS 3-й степени) не выявлен, умеренный застой (VExUS 2-й степени) отмечался у 6 (13,6%) пациентов, при этом преобладали легкие степени венозного застоя (VExUS 1-й степень – 77,3%) (рис. 3).

При сравнении групп пациентов с ОПП и без ОПП статистически значимых различий в распределении степеней венозного застоя по шкале VExUS выявлено не было как до операции (точный тест Фишера, $p = 0,548$), так и на 3-и сутки после операции ($p = 0,234$). В первые 24 ч после операции распределение степеней венозного застоя по шкале VExUS статистически значимо различалось между группами (точный тест Фишера, $p = 0,036$). Апостериорный анализ с ис-

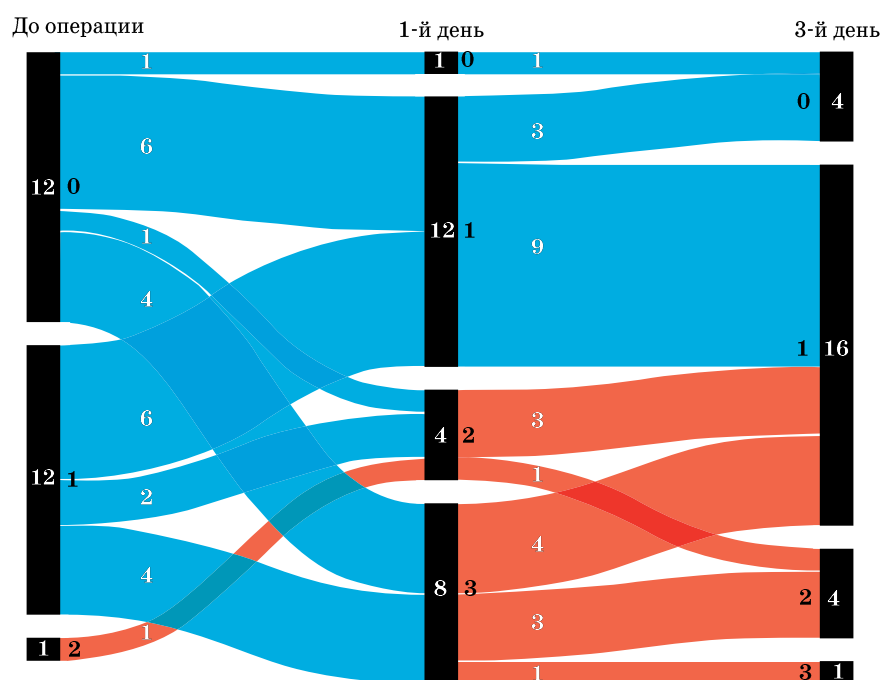


Рис. 2. Аллювиальная диаграмма, иллюстрирующая динамику степеней VExUS в 1-й группе (с ОПП). Синий цвет соответствует отсутствию или легкой степени венозного застоя (VExUS 0–1-й степени), красный – умеренному и выраженному застою (VExUS 2–3-й степени). Черные цифры показывают степень по шкале VExUS, белые – количество пациентов.

Fig. 2. An alluvial diagram illustrating the dynamics of VExUS scores in Group 1 (with AKI). The blue corresponds to the absence or mild degree of venous congestion (VExUS score 0–1), while the red indicates moderate to severe congestion (VExUS score 2–3). Black numbers represent the VExUS score, and white – the number of patients.

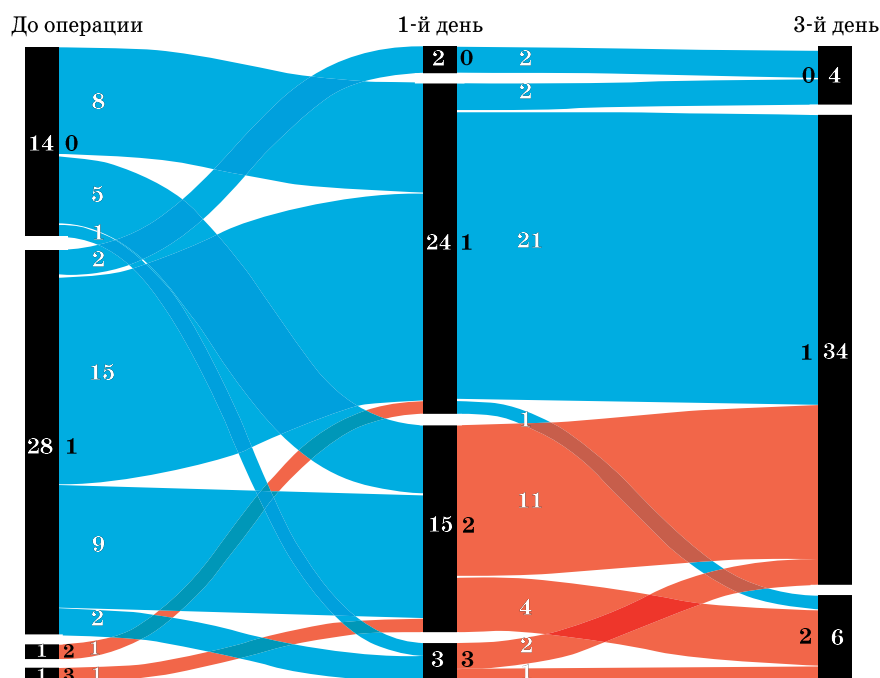


Рис. 3. Аллювиальная диаграмма, иллюстрирующая динамику степеней VExUS в группе 2 (без ОПП). Синий цвет соответствует отсутствию или легкой степени венозного застоя (VExUS 0–1-й степени), красный – умеренному и выраженному застою (VExUS 2–3-й степени). Черные цифры показывают степень по шкале VExUS, белые – количество пациентов.

Fig. 3. An alluvial diagram illustrating the dynamics of VExUS scores in Group 2 (without AKI). The blue corresponds to the absence or mild degree of venous congestion (VExUS score 0–1), while the red indicates moderate to severe congestion (VExUS score 2–3). Black numbers represent the VExUS score, and white indicate the number of patients.

пользованием стандартизированных остатков показал, что выявленные различия были обусловлены более высокой частотой выраженного венозного застоя (VExUS 3-й степени) у пациентов с ОПП (стандартизированный остаток = 2,747). При отдельном анализе выраженного венозного застоя (венозный застой закодирован как дихотомическая переменная: VExUS < 3-й степени и VExUS 3-й степени) была выявлена статистически значимая связь с развитием ОПП в раннем послеоперационном периоде (точный тест Фишера, $p = 0,013$). В то же время при анализе венозного застоя, закодированного как дихотомическая переменная (VExUS < 2-й степени и VExUS $\geq$ 2-й степени), достоверной связи с развитием ОПП выявлено не было (точный тест Фишера, $p > 0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

По нашим данным умеренный венозный застой (VExUS $\leq$ 2-й степени), определяемый по шкале VExUS, не продемонстрировал статистически значимой связи с развитием ОПП. В то же время у пациентов с выраженным венозным застоем (VExUS 3-й степени), выявленным в первые 24 ч после кардиохирургического вмешательства, развитие ОПП наблюдалось статистически значимо чаще. Полученные данные согласуются с данными исследования W. Beaubien-Souligny и соавт. [7], в котором выраженный венозный застой (VExUS grading system C-Grade 3) был связан с развитием ОПП у пациентов после кардиохирургических вмешательств.

В проспективном многоцентровом исследовании S. Andrei и соавт. [9], выполненном в общей популяции пациентов отделения интенсивной терапии, использование порогового значения VExUS $\geq$ 2-й степени не выявило статистически значимой связи с развитием ОПП. Аналогично этим данным, в нашем исследовании при использовании данного порога статистически значимой связи с развитием ОПП также не выявлено.

В исследованиях, выполненных в когортах пациентов с септическим шоком, J. Song и соавт. [11] также не выявили значимой связи между значениями VExUS и развитием ОПП при использовании пороговых (VExUS $\geq$ 2-й степени) значений шкалы. В то же время W. Сао и соавт. показали, что у детей после кардиохирургических операций шкала VExUS обладает значимой прогностической ценностью в отношении развития ОПП [12].

Полученные данные могут свидетельствовать о том, что легкий и умеренный венозный застой не оказывают значимого влияния на почечную перфузию в раннем послеоперационном периоде. В то же время выраженное повышение венозного давления, отражаемое значением VExUS 3-й степени, может сопровождаться снижением эффективного перфузионного давления в почечной паренхиме. Согласно современным представлениям, шкала VExUS, как и другие ультразвуковые маркеры венозного застоя, в первую очередь, отражает степень венозной постнагрузки на уровне органов, позволяя оценивать кровообращение с позиции органной перфузии, а не параметры центральной гемодинамики. Умеренное повышение венозного давления может оставаться компенсированным, тогда как выраженный венозный застой может ассоциироваться с нарушением клубочковой фильтрации и ухудшением функции почек [13].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нашем исследовании развитие ОПП статистически значимо чаще отмечалось у пациентов с выраженным венозным застоем (VExUS 3-й степени), выявленным в раннем послеоперационном периоде после кардиохирургических вмешательств. Оценка венозного застоя по шкале VExUS может быть использована в качестве дополнительного метода выявления пациентов с высоким риском развития ОПП.

Конфликт интересов, информация о клинической базе и финансировании

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Представленная работа не имеет источников финансирования. Работа выполнена в лаборатории ультразвуковой диагностики отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики НКЦ №1 ФГБНУ "Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского".

Участие авторов

Клименцова Н.С. – концепция и дизайн исследования, проведение исследования, сбор и обработка данных, обзор публикаций по теме статьи, анализ и интерпретация полученных данных, написание текста, ответственность за целостность всех частей статьи.

Камалов Ю.Р. – подготовка и редактирование текста, участие в научном дизайне, подготовка, создание опубликованной работы, утверждение окончательного варианта статьи.

Платова Е.Н. – сбор и обработка данных, подготовка и редактирование текста, участие в научном дизайне.

Крыжановская Е.Ю. – подготовка и редактирование текста, участие в научном дизайне, подготовка, создание опубликованной работы.

Authors' participation

Klimentsova N.S. – concept and design of the study, conducting research, collection and analysis of data, review of publications, analysis and interpretation of the obtained data, writing text, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Kamalov Yu.R. – text preparation and editing, participation in scientific design, preparation and creation of the published work, approval of the final version of the article.

Platova E.N. – collection and analysis of data, text preparation and editing, participation in scientific design.

Kryzhanovskaya E.Yu. – text preparation and editing, participation in scientific design, preparation and creation of the published work.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ [REFERENCES]

1. Vandenberghe W., Gevaert S., Kellum J.A. et al. Acute Kidney Injury in Cardiorenal Syndrome Type 1 Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cardiorenal Med.* 2016; 6 (2): 116–128. <https://doi.org/10.1159/000442300>
2. Hu J., Chen R., Liu S. et al. Global Incidence and Outcomes of Adult Patients With Acute Kidney Injury After Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2016; 30 (1): 82–89. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2015.06.017>
3. Oh S., Kwon S.H. Extracellular Vesicles in Acute Kidney Injury and Clinical Applications. *Int. J. Mol. Sci.* 2021; 22 (16): 8913. <https://doi.org/10.3390/ijms22168913>
4. Chen L., Hong L., Ma A. et al. Intraoperative venous congestion rather than hypotension is associated with acute adverse kidney events after cardiac surgery: a retrospective cohort study. *Br. J. Anaesth.* 2022; 128 (5): 785–795. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2022.01.032>
5. Koratala A., Taleb Abdellah A., Reisinger N. Nephrologist-performed point-of-care venous excess Doppler ultrasound (VExUS) in the management of acute kidney injury. *J. Ultrasound.* 2023; 26 (1): 301–306. <https://doi.org/10.1007/s40477-022-00760-6>
6. Rihl M.F., Pellegrini J.A.S., Boniatti M.M. VExUS Score in the Management of Patients With Acute Kidney Injury in the Intensive Care Unit: AKIVEXStudy. *J. Ultrasound Med.* 2023; 42 (11): 2547–2556. <https://doi.org/10.1002/jum.16288>
7. 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. <https://doi.org/10.1186/s13089-020-00163-w>
8. Natraj R., Bhaskaran A.K., Rola P. et al. Venous Congestion Assessed by Venous Excess Ultrasound (VExUS) and Acute Kidney Injury in Children with Right Ventricular Dysfunction. *Indian J. Crit. Care Med.* 2024; 28 (5): 447–452. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-24705>
9. Andrei S., Bahr P.A., Nguyen M. et al. Prevalence of systemic venous congestion assessed by Venous Excess Ultrasound Grading System (VExUS) and association with acute kidney injury in a general ICU cohort: a prospective multicentric study. *Crit. Care.* 2023; 27 (1): 224. <https://doi.org/10.1186/s13054-023-04524-4>
10. Kellum J.A., Lameire N., Aspelin P. et al. Kidney disease: Improving global outcomes (KDIGO) acute kidney injury work group. KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury. *Kidney Int. Supplements.* 2012; 2 (1): 1–138. <https://doi.org/10.1038/kisup.2012.1>
11. Song J., Chen G., Lai D. et al. Association between the Venous Excess Ultrasound (VExUS) score and acute kidney injury in critically ill patients with sepsis: a multicenter prospective observational study. *Ann. Intens. Care.* 2025; 15 (1): 105. <https://doi.org/10.1186/s13613-025-01529-w>
12. Cao W., Wang R., Wang L., Luo H. Predictive Value of Bedside Ultrasound Evaluation of Venous Excess Ultrasound Grading System for Acute Kidney Injury in Children Undergoing Cardiac Surgery. *Ann. Ital. Chir.* 2025; 96 (5): 673–680. <https://doi.org/10.62713/aic.3966>
13. Rola P., Haycock K., Spiegel R. et al. VExUS: common misconceptions, clinical use and future directions. *Ultrasound J.* 2024; 16 (1): 49. <https://doi.org/10.1186/s13089-024-00395-0>

The capabilities of the VExUS ultrasound scale in predicting acute kidney injury in patients after cardiac surgery

N.S. Klimentsova*, Yu.R. Kamalov, E.N. Platova, E.Yu. Kryzhanovskaya

Petrovsky Russian Research Center of Surgery; 2, Abrikosovsky lane, Moscow 119991, Russian Federation

Natalia S. Klimentsova – physician of the ultrasound diagnostics laboratory of the department of clinical physiology, instrumental and radiation diagnostics of Scientific and Clinical Center No. 1, Petrovsky Russian Research Center of Surgery, Moscow. <https://orcid.org/0009-0000-3859-2206>

Yuliy R. Kamalov – MD, PhD, Professor, Head of the Ultrasound Diagnostics Laboratory, Department of Clinical Physiology, Instrumental and Radiation Diagnostics, Scientific and Clinical Center No. 1, Petrovsky Russian Research Center of Surgery, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-6202-8506>

Elena N. Platova – MD, PhD (Med.), Leading Researcher, Ultrasound Diagnostics Laboratory, Department of Clinical Physiology, Instrumental and Radiation Diagnostics, Scientific and Clinical Center No. 1, Petrovsky Russian Research Center of Surgery, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-1059-3773>

Evgenia Yu. Kryzhanovskaya – MD, PhD (Med.), Leading Researcher, Ultrasound Diagnostics Laboratory, Department of Clinical Physiology, Instrumental and Radiation Diagnostics, Scientific and Clinical Center No. 1, Petrovsky Russian Research Center of Surgery, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-9862-8266>

Correspondence* to Dr Natalia S. Klimentsova – klimentsovanatali95@mail.ru

The aim: to evaluate the VExUS scale's ability to identify patients at high risk of developing acute kidney injury (AKI) after cardiac surgery.

Materials and Methods. The study included 69 patients who had undergone cardiac surgery. The average age of the patients was 59 years (range: 50 to 80 years). There were 48 (69.6%) men and 21 (30.4%) women. All patients underwent an ultrasound assessment of venous congestion using the VExUS protocol (assessment of the diameter of the inferior vena cava, Doppler examination of blood flow patterns in the hepatic, portal, and intrarenal veins). The study was conducted before surgery and in the early postoperative period. AKI was diagnosed according to the KDIGO criteria.

Results. AKI developed in 25 patients (36.2%) in the early postoperative period. When comparing groups of patients with and without AKI, statistically significant differences in the distribution of venous congestion grades according to the VExUS scale were detected only in the first 24 hours after surgery ($p = 0.036$). In a separate analysis, severe venous congestion (VExUS grade 3) was statistically significantly more common in patients with AKI ($p = 0.013$), whereas using a VExUS cutoff value of grade ≥ 2 , no statistically significant association with the development of AKI was found.

Conclusion. severe venous congestion (VExUS grade 3) detected in the early postoperative period after cardiac surgery was statistically significantly more common in patients with AKI. Assessment of venous congestion using bedside ultrasound using the VExUS scale can be used as an additional method for identifying patients at high risk of developing AKI.

Keywords: acute kidney injury; venous congestion; VExUS; ultrasound

Conflict of interests. The authors have no conflicts of interest to declare.

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Klimentsova N.S. , Kamalov Yu.R., Platova E.N., Kryzhanovskaya E.Yu. The capabilities of the VExUS ultrasound scale in predicting acute kidney injury in patients after cardiac surgery. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2026; 32 (3): ###–###. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-435> (In Russian)

Received: 10.04.2026.

Accepted for publication: 15.07.2026.

Published online: 24.09.2026.