



¹ Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва

² Клинико-диагностический центр № 4 Департамента здравоохранения Москвы

Гиперкалиемия у пациентов с хронической сердечной недостаточностью в амбулаторной практике: частота, клинико-лабораторные особенности и динамика

Н.А. Анисимов^{1, 2}, А.С. Рязанов, д.м.н., проф.¹, М.В. Макаровская, к.м.н.^{1, 2}

Адрес для переписки: Мария Владимировна Макаровская, marja.makarovska@mail.ru

Для цитирования: Анисимов Н.А., Рязанов А.С., Макаровская М.В. Гиперкалиемия у пациентов с хронической сердечной недостаточностью в амбулаторной практике: частота, клинико-лабораторные особенности и динамика. 2026; 22 (33): 68–76.

DOI 10.33978/2307-3586-2026-22-33-68-76

Цель. Оценить у пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) частоту и выраженность гиперкалиемии, ее связь с уровнем N-терминального промозгового натрийуретического пептида (NT-proBNP) и функцией почек, а также последующую динамику изменения уровня калия в сыворотке крови.

Материал и методы. Проведено ретроспективное описательно-аналитическое исследование данных 250 пациентов с ХСН, наблюдавшихся в 2023–2025 гг. Частоту гиперкалиемии оценивали среди пациентов, имевших хотя бы одно допустимое амбулаторное определение уровня калия; гиперкалиемией считали концентрацию калия $> 5,0$ ммоль/л, отдельно анализировали значения $\geq 5,5$ и $\geq 6,0$ ммоль/л. Для оценки взаимосвязи уровня калия с уровнем NT-proBNP и функцией почек использовали первое амбулаторное обследование, при котором уровни калия, NT-proBNP и креатинина были определены в один день. Расчетную скорость клубочковой фильтрации (рСКФ) рассчитывали по формуле CKD-EPI 2021 г. Различия уровня NT-proBNP между пациентами с гиперкалиемией и нормокалиемией оценивали в многофакторной регрессионной модели с поправкой на рСКФ, возраст и пол. Динамику гиперкалиемии характеризовали по последующим значениям уровня калия, включая повторные повышения и рецидив после документированной нормокалиемии.

Результаты. Среди 217 пациентов с доступными данными амбулаторного измерения уровня калия гиперкалиемия зарегистрирована у 116 (53,5%; 95%-ный доверительный интервал (ДИ) 46,8–60,0), при этом концентрация калия $\geq 5,5$ ммоль/л отмечена у 50 (23,0%), а $\geq 6,0$ ммоль/л – у 12 (5,5%) пациентов. Синхронные значения уровня калия, NT-proBNP и креатинина были доступны у 141 пациента. После поправки на рСКФ, возраст и пол статистически значимых различий уровня NT-proBNP между пациентами с гиперкалиемией и нормокалиемией не выявлено: скорректированное отношение геометрических средних составило 1,23 (95% ДИ 0,87–1,73; $p = 0,237$; $n = 139$). При этом у 22 (78,6%) из 28 пациентов с гиперкалиемией на момент синхронного обследования рСКФ составила ≥ 60 мл/мин/1,73 м². При последующем лабораторном контроле повторное повышение уровня калия зарегистрировано у 55 (68,8%) из 80 пациентов. Среди пациентов с первоначально повышенным уровнем калия в диапазоне 5,0–5,5 ммоль/л последующее превышение целевого уровня 5,5 ммоль/л отмечено у 21 (32,3%) из 65.

Заключение. У наблюдаемых амбулаторно пациентов с ХСН часто регистрируется гиперкалиемия, характеризующаяся склонностью к повторным повышениям, включая рецидивы после документированной нормокалиемии. Повышение уровня калия, наблюдаемое при рСКФ ≥ 60 мл/мин/1,73 м², указывает на необходимость его контроля независимо от наличия выраженного снижения фильтрационной функции почек. После поправки на рСКФ, возраст и пол статистически значимой связи гиперкалиемии с уровнем NT-proBNP не выявлено. Полученные данные обосновывают оценку гиперкалиемии не как единичного лабораторного отклонения, а с учетом выраженности повышения и последующей динамики уровня.

Ключевые слова: хроническая сердечная недостаточность, гиперкалиемия, калий, NT-proBNP, функция почек, антагонисты минералокортикоидных рецепторов



Введение

Контроль уровня калия в крови является одним из ключевых компонентов ведения пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ХСН), поскольку нарушения калиевого гомеостаза тесно связаны с функцией почек и применением препаратов, влияющих на ренин-ангиотензин-альдостероновую систему (РААС) [1]. Особое клиническое значение эта проблема приобретает при использовании антагонистов минералокортикоидных рецепторов (АМКР): препараты данного класса улучшают прогноз при ХСН со сниженной фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ), однако их применение сопровождается повышением риска гиперкалиемии [2]. В связи с этим оценка уровня калия имеет значение не только для выявления электролитных нарушений, но и для безопасного проведения базисной терапии ХСН. Гиперкалиемия при ХСН формируется на фоне лекарственной терапии, изменения функции почек и степени тяжести самого заболевания. Одним из наиболее информативных лабораторных маркеров ХСН является N-терминальный промозговой натрийуретический пептид (NT-proBNP), концентрация которого отражает гемодинамическую нагрузку и одновременно зависит от ряда клинических факторов, включая возраст, функцию почек, фибрилляцию предсердий и массу тела [3]. В исследовании PARADIGM-HF изучали, как различные отклонения концентрации калия ассоциировались с особенностями клинического профиля пациентов [4]. По результатам FINEARTS-HF, более высокий исходный уровень NT-proBNP был связан с последующим развитием гиперкалиемии с уровнем калия $> 5,5$ ммоль/л [5]. Эти данные подтверждают необходимость изучения взаимосвязи концентрации калия, уровня NT-proBNP и функции почек при ХСН в условиях реальной амбулаторной практики.

Вместе с тем определение уровня повышенного калия в конкретный момент времени не отражает последующую динамику электролитного нарушения. Для амбулаторной практики принципиальное значение имеют повторяемость гиперкалиемии, риск рецидива после нормализации состояния и прогрессирование. Оценка уровня NT-proBNP и функции почек в момент зарегистрированного повышения уровня калия позволяет более подробно охарактеризовать кардиоренальный профиль пациента. Изучение этих параметров в единой амбулаторной когорте может способствовать уточнению клинико-лабораторных особенностей гиперкалиемии при ХСН и определению практического значения этих показателей в последовательном лабораторном контроле.

Отличительной особенностью настоящего исследования является оценка гиперкалиемии в единой амбулаторной когорте пациентов с ХСН в трех взаимосвязанных плоскостях: частоты и выраженности повышения калия за период наблюдения, синхронного лабораторного профиля с одновременным определением уровня калия, NT-proBNP и креатинина и последующей индивидуальной динамики изменения уровня калия. Дополнительную ценность представляет анализ повторных повышений уровня калия после документированной нормокалиемии и перехода первоначально умеренной гиперкалиемии в более выраженную, а также сопоставление этих данных

с зарегистрированной лекарственной терапией в условиях льготного лекарственного обеспечения. Такой подход позволяет рассматривать гиперкалиемию не как единичное лабораторное событие, а как динамический феномен, формирующийся при взаимодействии сердечно-сосудистой системы, почек и проводимой терапии.

Цель исследования – оценить у пациентов с ХСН в условиях амбулаторной практики частоту, выраженность и динамику гиперкалиемии, определить ее взаимосвязь с уровнем NT-proBNP и функцией почек и охарактеризовать лекарственную терапию, зарегистрированную перед синхронным лабораторным обследованием.

Материал и методы

Дизайн и отбор лабораторных измерений

Проведено ретроспективное описательно-аналитическое исследование 250 взрослых пациентов с документированной ХСН разных фенотипов. Использованы лабораторные, эхокардиографические и рецептурные данные. Период исследования – с 1 января 2023 г. по 31 декабря 2025 г. Началом индивидуального периода считали 1 января 2023 г. либо более позднюю дату документальной регистрации ХСН. Окончанием – наиболее раннюю из дат завершения наблюдения, зарегистрированной смерти и 31 декабря 2025 г. В анализ включали поликлинические лабораторные исследования с известной датой забора крови и сопоставимыми единицами измерения. Исследование исключали, если дата забора крови приходилась на документированный период стационарного лечения, пребывания в приемном отделении или декомпенсации ХСН. Изолированное повышение уровня NT-proBNP без документированной декомпенсации ХСН основанием для исключения не являлось.

Гиперкалиемией считали уровень калия (K) $> 5,0$ ммоль/л, нормокалиемией – $3,5 \leq K \leq 5,0$ ммоль/л, гипокалиемией – $K < 3,5$ ммоль/л. Выделяли три диапазона повышения: $5,0 < K < 5,5$; $5,5 \leq K < 6,0$; $K \geq 6,0$ ммоль/л. Основным показателем – доля пациентов хотя бы с одним случаем повышения уровня калия среди амбулаторных измерений, соответствующим критериям отбора. Для каждого анализа использовали число обследованных пациентов, число пациентов без измерений учитывали отдельно.

Одновременное обследование и повторные измерения

Для анализа взаимосвязей использовали первое амбулаторное обследование, при котором уровни калия, NT-proBNP и креатинина были определены в один календарный день (T*). За T₀ принимали дату первого включенного определения уровня калия, за T_{нк} – дату первого зарегистрированного повышения уровня калия выше 5,0 ммоль/л. Для каждого пациента в анализе синхронных показателей учитывали только одно обследование (T*). По уравнению CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration) пересмотра 2021 г. оценивали рСКФ с учетом уровня креатинина, пола и возраста пациента на дату исследования [6]. Для характеристики функции почек выделяли категории рСКФ < 30 , 30–44, 45–59 и ≥ 60 мл/мин/1,73 м². Категории отражали функцию почек на момент лабораторного обследования и не использовались для установления стадии



хронической болезни почек без подтверждения стойкости изменений [7]. ФВ ЛЖ определяли по данным ближайшей предшествующей эхокардиографии (ЭхоКГ), выполненной в течение 365 дней до первого синхронного лабораторного обследования.

Уровень NT-proBNP менее 20 пг/мл учитывали при определении первого синхронного лабораторного обследования, но исключали из основной модели, требующей точного численного значения. Исходную дату обследования при этом сохраняли. Уровень BNP и NT-proBNP анализировали как разные показатели и не объединяли. После первого зарегистрированного эпизода гиперкалиемии оценивали результаты последующих определений уровня калия. Рецидивом считали повторное повышение $K > 5,0$ ммоль/л после документированной нормокалиемии, то есть учитывали последовательность «гиперкалиемия – нормокалиемия – гиперкалиемия» в три разные даты. Отдельно оценивали повторное повышение K в течение 1–30 дней после первого эпизода при отсутствии промежуточного значения $K \leq 5,0$ ммоль/л. При отсутствии последующих измерений динамику калия не оценивали. Для анализа совместной динамики лабораторных показателей использовали первое повторное одновременное определение уровня калия, NT-proBNP и креатинина, выполненное через 30–365 дней после исходного синхронного обследования; для каждого пациента учитывали одну пару измерений.

Лекарственные назначения

Лекарственную терапию оценивали в течение 90 дней, предшествовавших первому синхронному определению уровня калия, NT-proBNP и креатинина, а также отдельно в течение 90 дней до первого зарегистрированного эпизода гиперкалиемии. День лабораторного обследования в анализируемый период не включали. Если 90-дневный интервал выходил за пределы начала периода исследования (1 января 2023 г.), его считали неполным. Раздельно анализировали применение ингибиторов ангиотензин-превращающего фермента (иАПФ), блокаторов рецепторов ангиотензина II (БРА), ангиотензиновых рецепторов и неприлизина ингибиторов (АРНИ), АМКР, ингибиторов натрий-глюкозного котранспортера 2 типа (иНГЛТ-2), петлевых и тиазидных/тиазидоподобных диуретиков; для каждого класса препаратов отдельно учитывали наличие рецепта и зарегистрированный отпуск препарата. Все пациенты когорты получали лекарственные препараты по льготному лекарственному обеспечению в связи с установленной ХСН. В анализ включали выписанные льготные рецепты и зарегистрированные по ним отпуска препаратов. Наличие рецепта и зарегистрированный отпуск рассматривали как показатели назначения и лекарственного обеспечения соответственно и не приравнивали к фактическому приему препарата пациентом.

Статистический анализ

Количественные данные представлены в виде медианы и межквартильного интервала (Q_1 – Q_3), категориальные – в виде абсолютных значений и долей (%). Для долей рассчитывали 95%-ный доверительный интервал (ДИ) методом Уилсона.

Связь гиперкалиемии с уровнем NT-proBNP оценивали с помощью линейной регрессии после логарифмирования уровня NT-proBNP по основанию 2. В модель включали пациентов с точным положительным значением уровня NT-proBNP и $K \geq 3,5$ ммоль/л. Состав поправок был фиксированным: рСКФ, возраст и пол. Модель имела вид:

$$\log_2(\text{NT-proBNP}) = \beta_0 + \beta_{\text{HK}} \times I(K > 5,0) + \beta_G \times (\text{pСКФ} - 60) / 15 + \beta_A \times (\text{возраст} - 70) / 10 + \beta_S \times I(\text{женский пол}).$$

В уравнении условие обозначает индикаторную функцию, принимающую значение 1 при выполнении соответствующего условия и 0 при его невыполнении; β_0 является свободным членом и соответствует ожидаемому значению $\log_2(\text{NT-proBNP})$ у референтного пациента: мужчины в возрасте 70 лет с рСКФ 60 мл/мин/1,73 м² и нормокалиемией. Коэффициент β_{HK} характеризует различие между пациентами с гиперкалиемией и нормокалиемией; β_G соответствует изменению $\log_2(\text{NT-proBNP})$ при увеличении рСКФ на 15 мл/мин/1,73 м²; β_A – изменению $\log_2(\text{NT-proBNP})$ при увеличении возраста на 10 лет; β_S – различию $\log_2(\text{NT-proBNP})$ между женщинами и мужчинами.

Коэффициент при гиперкалиемии после обратного преобразования ($2^{\beta_{\text{HK}}}$) интерпретировали как отношение геометрических средних уровня NT-proBNP между группами с гиперкалиемией и нормокалиемией с учетом рСКФ, возраста и пола.

Для оценки стандартных ошибок использовали робастную ковариационную матрицу HC3, 95% ДИ рассчитывали с использованием t-распределения. Адекватность модели оценивали по рангу матрицы, анализу остатков и влиятельных наблюдений. Все заранее включенные в модель ковариаты сохраняли независимо от их статистической значимости.

Устойчивость полученных результатов оценивали в анализах чувствительности с использованием альтернативных порогов гиперкалиемии и различных критериев отбора лабораторных измерений. Дополнительно оценивали результаты после исключения 30-дневного периода после госпитализации, при различных способах учета значений NT-proBNP < 20 пг/мл, использовании предшествующего значения уровня креатинина и дополнительной поправке на ФВ ЛЖ. В отдельной модели учитывали возможную нелинейность взаимосвязи уровня NT-proBNP с функцией почек [8].

Динамику лабораторных показателей дополнительно оценивали в течение 180 дней после первого эпизода гиперкалиемии и при разделении повторных повышений уровня калия интервалом не менее семи дней. Для парных измерений рассчитывали изменения уровня калия, NT-proBNP и рСКФ и оценивали их взаимосвязи с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Для оценки 95% ДИ применяли бутстрэп-метод с 2000 повторными выборками. Пропущенные значения не восстанавливали.

Результаты

Частота и выраженность гиперкалиемии

Из 250 пациентов амбулаторные измерения уровня калия, соответствовавшие критериям отбора,



имелись у 217; всего проанализировано 626 дат исследований. У 33 пациентов таких измерений не было. Медиана числа дат определения уровня калия в крови составила 2 (2–4) на обследованного пациента. Основные характеристики когорты и подгрупп представлены в табл. 1.

Хотя бы одно повышение $K > 5,0$ ммоль/л зарегистрировано у 116 (53,5%) из 217 пациентов (95% ДИ 46,8–60,0). $K \geq 5,5$ ммоль/л отмечен у 50 (23,0%) пациентов, $K \geq 6,0$ ммоль/л – у 12 (5,5%). Уже при первом анализе гиперкалиемия отмечена у 60 из 217 пациентов. Среди 129 повторно обследованных с исходной нормокалиемией последующее повышение выявлено у 56. У 87 из 116 пациентов первое повышение находилось в диапазоне $5,0 < K < 5,5$ ммоль/л. Повторные измерения имелись у 65 из них. В этой подгруппе при последующем обследовании $K \geq 5,5$ ммоль/л

зарегистрирован у 21 (32,3%) пациента (95% ДИ 22,2–44,4), а $K \geq 6,0$ ммоль/л – у трех (4,6%) (95% ДИ 1,6–12,7). Таким образом, небольшое первое повышение у части пациентов сменялось более выраженным отклонением.

Повторные повышения уровня калия

После первого повышения уровень калия повторно определяли у 80 из 116 пациентов. На первом повторном исследовании нормокалиемия отмечена у 42 из 80, гиперкалиемия – у 38 из 80. За весь последующий период хотя бы одно повторное высокое значение зарегистрировано у 55 (68,8%) из 80 пациентов (табл. 2, рис. 1).

Хотя бы один нормальный результат после первого повышения имелся у 51 пациента. У 29 из них уровень калия измеряли и после документированной нормокалиемии; новое повышение выявлено у 19 (65,5%) пациентов (95% ДИ 47,3–80,1). Следовательно,

Таблица 1. Характеристика когорты и обследованных подгрупп

Характеристика	Вся когорта	Измерение уровня калия	Синхронное обследование
Пациенты, число	250	217	141
Возраст на 01.01.2023, лет, Me (Q_1 – Q_3)	63 (58–68)	63 (58–68)	63 (57–68)
Женщины, абс. (%)	48 (19,2)	42 (19,4)	24 (17,0)
Сахарный диабет по документации за период, абс. (%)	104 (41,6)	91 (41,9)	56 (39,7)
Длительность наблюдения, дни, Me (Q_1 – Q_3)	1096 (890–1096)	1096 (1002–1096)	1096 (1082–1096)

Примечание. Сахарный диабет учитывали по документации за весь период наблюдения; подгруппы входят в общую когорту.

Таблица 2. Частота, выраженность и повторная регистрация гиперкалиемии

Показатель	Число пациентов	Доля, %	95% доверительный интервал
Хотя бы одно значение $K > 5,0$, n = 217	116	53,5	46,8–60,0
Хотя бы одно значение $K \geq 5,5$, n = 217	50	23,0	17,9–29,1
Хотя бы одно значение $K \geq 6,0$, n = 217	12	5,5	3,2–9,4
Повторный анализ уровня калия после первого повышения, n = 116	80	69,0	60,1–76,7
Нормокалиемия при первом повторе, n = 80	42	52,5	41,7–63,1
Любое повторное повышенное значение уровня калия, n = 80	55	68,8	57,9–77,8
Рецидив после нормокалиемии при наличии последующего анализа, n = 29	19	65,5	47,3–80,1
$K \geq 5,5$ после первого повышения ($5,0 < K < 5,5$), n = 65	21	32,3	22,2–44,4
$K \geq 6,0$ после первого повышения ($5,0 < K < 5,5$), n = 65	3	4,6	1,6–12,7

Примечание. Концентрация калия указана в ммоль/л; показатели могут относиться к одним и тем же пациентам.

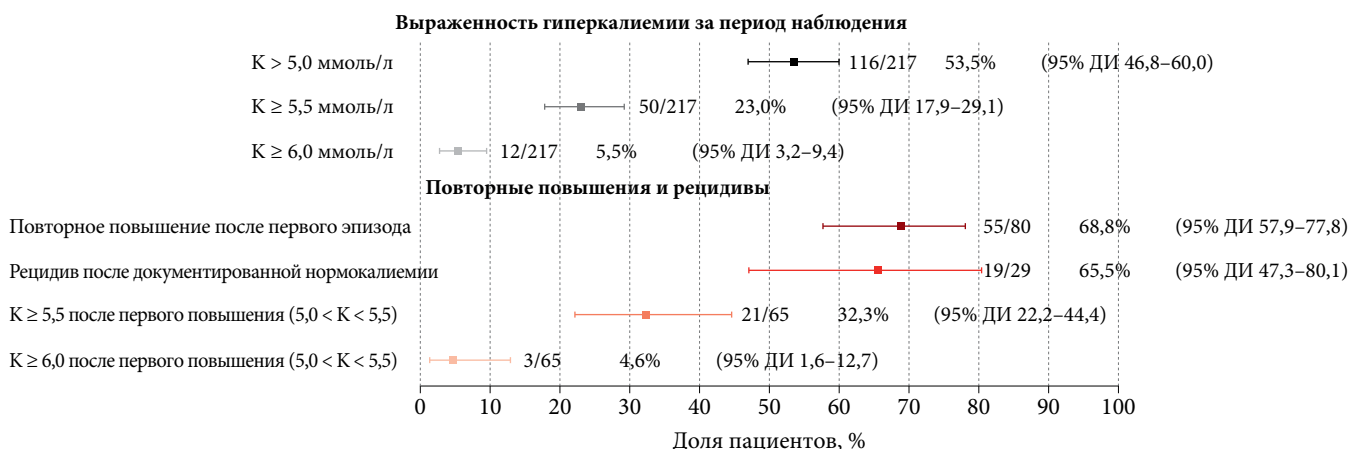


Рис. 1. Частота, выраженность и последующая динамика гиперкалиемии у пациентов с ХСН

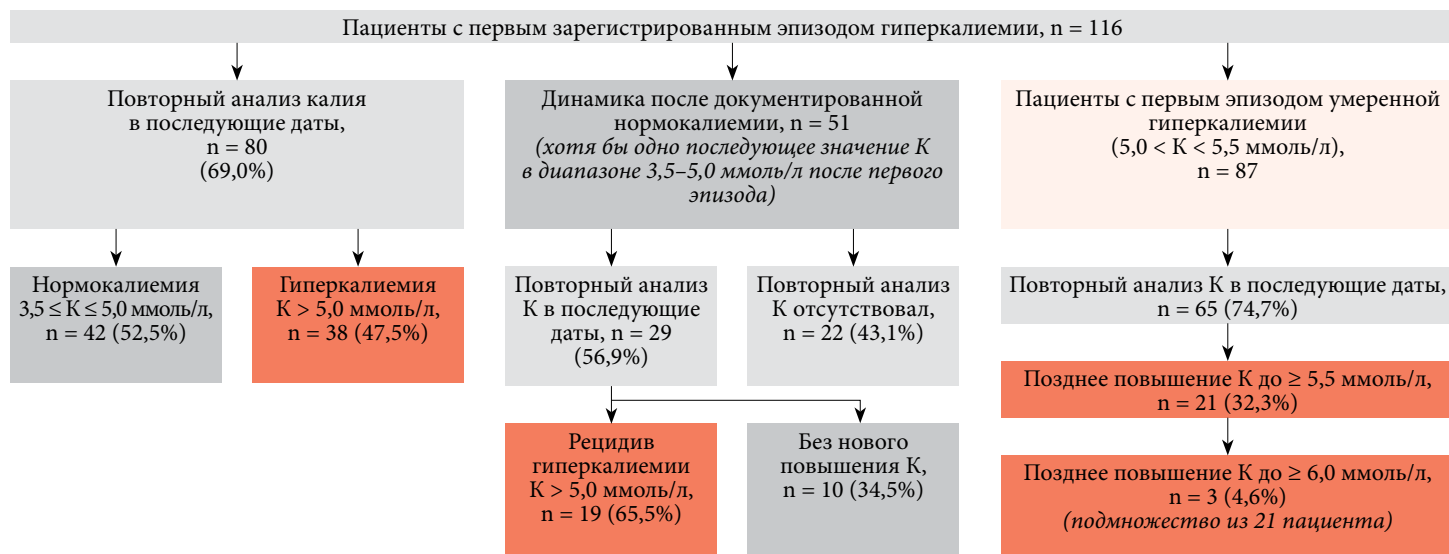


Рис. 2. Динамика уровня калия после первого зарегистрированного эпизода гиперкалиемии

нормальный промежуточный результат в наблюдавшихся последовательностях нередко сменялся повторным повышением. Серийного подтверждения повышенного уровня калия в интервале 1–30 дней не зарегистрировано.

На рисунке 1 точками представлены доли пациентов, горизонтальными линиями – 95% ДИ. Для показателей выраженности гиперкалиемии знаменателем являлись пациенты с доступным амбулаторным определением калия (n = 217); показатели последующей динамики рассчитаны в соответствующих подгруппах пациентов с повторными измерениями. Медиана интервала до первого повторного исследования составила 192,5 (76,0–408,8) дня. У 36 пациентов последующего измерения не было.

Последующая динамика уровня калия после первого зарегистрированного эпизода гиперкалиемии представлена на рис. 2.

NT-proBNP и функция почек при одновременном обследовании. Первое синхронное определение уровней калия, NT-proBNP и креатинина было доступно у 141 пациента: у 113 с нормокалиемией и 28 с гиперкалиемией. Гипокалиемии в этой точке не было. Два результата NT-proBNP < 20 пг/мл относились к группе нормокалиемии; основная модель включала 139 пациентов – 111 и 28 соответственно.

Медиана NT-proBNP составила 762 (314–1476) пг/мл при нормокалиемии и 830 (486–1188) пг/мл при гиперкалиемии. После учета рСКФ, возраста и пола статистически значимых различий уровня NT-proBNP между группами не выявлено: скорректированное отношение геометрических средних составило 1,23 (95% ДИ 0,87–1,73; p = 0,237). Распределение индивидуальных значений уровней калия и NT-proBNP с учетом функции почек представлено на рис. 3. Каждая точка на рис. 3 соответствует одному пациенту с одновременным определением уровней калия, NT-proBNP и креатинина (n = 139). Форма и цвет маркеров соответствуют категориям рСКФ. Пунктирной линией обозначен порог гиперкалиемии – K > 5,0 ммоль/л. Два результата измерения (уровень NT-proBNP < 20 пг/мл) в график не включены.

Гиперкалиемия регистрировалась не только у пациентов со сниженной функцией почек. На момент синхронного лабораторного обследования у 22 (78,6%) из 28 пациентов с гиперкалиемией рСКФ составляла ≥ 60 мл/мин/1,73 м² (95% ДИ 60,5–89,8); в группе нормокалиемии – у 78 (69,0%) из 113. Среди пациентов с доступными данными предшествующей ЭхоКГ уровень ФВ ЛЖ ≤ 40% отмечен у 22 из 24 пациентов с гиперкалиемией и у 60 из 97 пациентов с нормокалиемией (табл. 3). Нормокалиемию регистрировали при уровне калия в диапазоне 3,5 ≤ K ≤ 5,0 ммоль/л; гиперкалиемию – при K > 5,0 ммоль/л. Два результата с уровнем

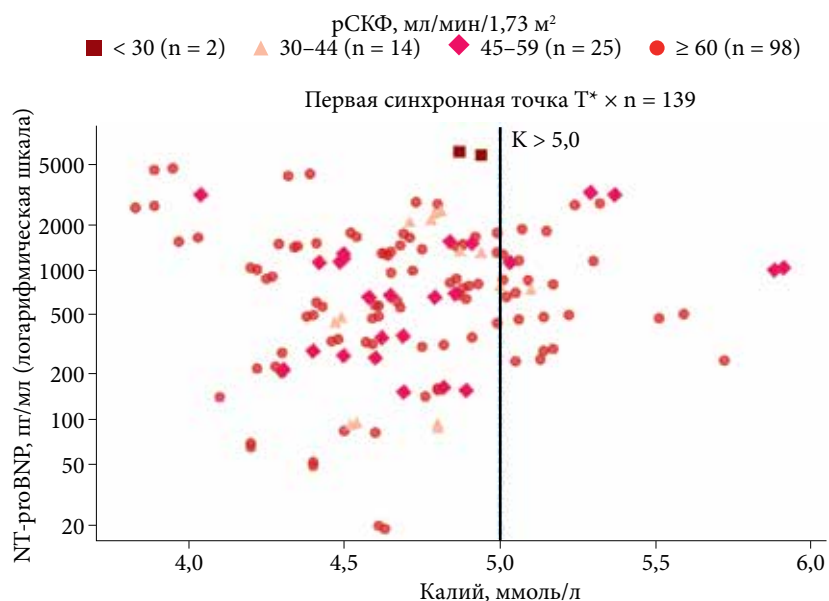


Рис. 3. Распределение уровней калия и NT-proBNP при первом синхронном лабораторном обследовании в зависимости от функции почек



NT-proBNP < 20 пг/мл включены в число обследованных, но исключены из численных оценок уровня NT-proBNP и модели. В основной модели учтены рСКФ, возраст и пол; применены робастная ковариационная матрица НСЗ и t-интервалы. Уровень ФВ ЛЖ определяли по данным ближайшей предшествующей ЭхоКГ за 365 дней. В подгруппе с доступным измерением уровня ФВ ЛЖ (n = 119) дополнительный учет этого показателя изменил отношение геометрических средних уровня NT-proBNP с 1,24 (95% ДИ 0,86–1,77) до 1,19 (0,83–1,70). При нелинейной поправке на рСКФ отношение составило 1,27 (0,89–1,82). При подстановке уровня NT-proBNP < 20 пг/мл и альтернативного порога $K \geq 5,0$ ммоль/л также не выявлены статистически значимые различия. Использование уровня креатинина, определенного в предшествующие семь дней, не изменило состав подгруппы или результат модели.

Лекарственные назначения перед обследованием

Полный 90-дневный период, предшествовавший первому синхронному определению уровней калия, NT-proBNP и креатинина, был отмечен у 135 пациентов. В течение этого периода рецепты на препараты из группы АРНИ имелись у 74 (54,8%) из 135 пациентов, на препараты из группы стероидных АМКР – у 57 (42,2%), на иНГЛТ-2 – у 65 (48,1%). Зарегистрированный отпуск препаратов по этим рецептам отмечен соответственно у 66 (48,9%), 53 (39,3%) и 55 (40,7%) пациентов. Рецепты на финеренон в анализируемом периоде не зарегистрированы. Данные по всем классам лекарственной терапии представлены в табл. 4.

Совместные изменения лабораторных показателей

У 31 пациента имелась пара полных обследований с интервалом 168,0 (96,5–206,0) дня. Медиана изменения уровня калия составила +0,09 ммоль/л (95% ДИ -0,06–0,36), $\log_2(\text{NT-proBNP})$ – -0,15 (95% ДИ -0,33–0,14), рСКФ – +3,0 мл/мин/1,73 м² (95% ДИ 1,5–9,0). Корреляция изменения уровня калия с изменением $\log_2(\text{NT-proBNP})$ составила 0,07 (95% ДИ -0,37–0,53), с изменением рСКФ – 0,22 (95% ДИ -0,14–0,52).

В обеих точках нормокалиемия отмечена у 18 пациентов; у 10 нормальный уровень калия сменился повышенным, у трех повышенный уровень калия сменился нормальным. После исключения пациентов с промежуточными острыми событиями осталось 19 пар, для которых выполнен описательный анализ.

Дополнительные проверки

При использовании первого анализа уровня калия каждого календарного года гиперкалиемия выявлена у 95 (43,8%) из 217 пациентов; 95% ДИ 37,3–50,4. После исключения первых 30 дней после стационара показатель составил 108 (50,2%) из 215; 95% ДИ 43,6–56,9. У пациентов с Т* число дат определения уровня калия составляло 3 (2–4), у остальных обследованных – 2 (1–3).

При разделении повторных повышений уровня минимум на семь дней их число осталось прежним – 55 из 80 повторно обследованных. В первые 180 дней после Т_{НК} повторный анализ имелся у 37 пациентов; повторное повышение зарегистрировано у 18 (48,6%) из них. Учет

Таблица 3. Лабораторные показатели при нормокалиемии и гиперкалиемии во время первого синхронного лабораторного обследования

Показатель	Нормокалиемия	Гиперкалиемия
Пациенты, число	113	28
Калий, ммоль/л, Ме (Q ₁ –Q ₃)	4,62 (4,40–4,80)	5,14 (5,06–5,30)
NT-proBNP, пг/мл, Ме (Q ₁ –Q ₃)	762 (314–1476); n = 111	830 (486–1188); n = 28
Креатинин, мкмоль/л, Ме (Q ₁ –Q ₃)	98,7 (82,2–117,7)	98,8 (81,6–111,5)
рСКФ, мл/мин/1,73 м ² , Ме (Q ₁ –Q ₃)	66,8 (55,4–91,0)	72,6 (62,8–92,0)
рСКФ ≥ 60 мл/мин/1,73 м ² , абс. (%)	78/113 (69,0%)	22/28 (78,6%)
Предшествующая ФВ ЛЖ, %, Ме (Q ₁ –Q ₃)	39 (34–45); n = 97	37 (36–38); n = 24
Геометрическое среднее NT-proBNP, пг/мл (95% ДИ)	630 (502–790)	823 (609–1112)
Скорректированное отношение геометрических средних (95% ДИ)	1,00 (референсное)	1,23 (0,87–1,73); p = 0,237

Таблица 4. Рецепты и зарегистрированный отпуск препаратов за 90 дней перед первым синхронным лабораторным обследованием, n = 135

Лекарственный класс	Рецепт	Отпуск
иАПФ	7	7
БРА	8	8
АРНИ	74	66
Стероидные АМКР	57	53
Нестероидные АМКР	0	0
иНГЛТ-2	65	55
Петлевые диуретики	23	17
Тиазидные и тиазидоподобные диуретики	2	2

промежуточной нормокалиемии из других подтвержденных источников увеличил число последовательностей «повышение – норма – повышение» с 19 до 27. Основной результат представлен по амбулаторным измерениям.

Обсуждение

Основной результат исследования – частая регистрация и повторяемость определенной амбулаторно гиперкалиемии. Повышение уровня калия отмечено более чем у половины обследованных, а при наличии последующих анализов повторялось у 55 из 80 пациентов. После небольшого первого повышения у 21 из 65 пациентов позднее зарегистрирован уровень калия $\geq 5,5$ ммоль/л; у 19 из 29 новое повышение выявлено после промежуточной нормокалиемии, что означает важность повторного контроля и оценки последовательности анализов в клинической практике.

Повторные повышения уровня калия в крови описаны в популяционном исследовании K. Adelborg и соавт. [9]. В метаанализе R. Оно и соавт. исходный уровень калия в диапазоне 5,0–5,4 ммоль/л при ХСН со сниженной ФВ ЛЖ не был связан с худшими исходами [10]. Наши данные характеризуют последующие измерения: небольшое первое повышение у части пациентов сменялось более высоким. Таким образом, степень повышения уровня калия и повторяемость повышения уровня – разные характеристики.

Длительную динамику уровня калия изучали J. Núñez и соавт. [11], повторные гиперкалиемические события –



C.G. Rowan и соавт. [12]. В настоящей работе отдельно выделены рецидивы после документированной нормокалиемии, отличающиеся от результатов повышения уровня без промежуточной фиксации нормального анализа. У 22 из 28 пациентов с гиперкалиемией при одновременном обследовании рСКФ составляла ≥ 60 мл/мин/1,73 м². Следовательно, в изученной подгруппе повышенный уровень калия встречался не только при рСКФ ниже 60 мл/мин/1,73 м². Это важное наблюдение для амбулаторной практики: необходимость контроля уровня калия определяется не только нарушением работы почек, но и лекарственной терапией и предшествующими результатами обследования [1].

B.L. Neuen и соавт. показали нелинейную связь уровня NT-proBNP с рСКФ, более выраженную при рСКФ < 45 мл/мин/1,73 м² [8]. В нашем исследовании основная и дополнительная модели с разными способами учета рСКФ дали согласованный результат: статистически значимого различия уровня NT-proBNP между группами с нормокалиемией и гиперкалиемией не выявлено. После учета рСКФ, возраста и пола отношение геометрического среднего уровня NT-proBNP составило 1,23 (95% ДИ 0,87–1,73). При одновременном повышении уровня калия в нашей выборке не выделена группа со значимо более высоким уровнем NT-proBNP. При этом сам по себе ДИ не свидетельствует об эквивалентности групп.

В клиническом исследовании FINEARTS-HF изучался другой вопрос: удвоение исходного уровня NT-proBNP было связано с последующим развитием гиперкалиемии ($K > 5,5$ ммоль/л), отношение рисков (ОР) 1,08; 95% ДИ 1,03–1,14 [5]. В нашем исследовании сравниваются лабораторные показатели одного дня при $K > 5,0$ ммоль/л. При интерпретации результатов учтена зависимость обследованных подгрупп от особенностей тестирования уровня NT-proBNP [13].

Корреляции изменений уровня калия с изменениями уровня NT-proBNP и рСКФ составили 0,07 и 0,22, с ДИ, включавшими ноль. Зарегистрированные повторно значения уровня NT-proBNP интерпретируют с учетом биологической вариабельности, зависящей от интервала между исследованиями [14, 15]. В анализе DIAMOND при снижении уровня NT-proBNP после оптимизации терапии также не выявлено статистически значимого различия в динамике уровня NT-proBNP между рандомизированными группами [16].

Перед синхронным лабораторным исследованием наиболее часто регистрировали назначение АРНИ, стероидных АМКР и иНГЛТ-2. Их влияние на динамику уровня калия различно, как показано в клинических исследованиях. В наблюдательном исследовании SCREAM/Treviso среди 7366 пациентов прекращение приема АМКР после регистрации гиперкалиемии было связано с меньшим риском ее повторения (ОР 0,75; 95% ДИ 0,72–0,79), но с большим риском смерти или госпитализации по поводу ХСН, инфаркта либо инсульта (ОР 1,10; 95% ДИ 1,06–1,14) [17]. Эти ассоциации подчеркивают необходимость совместной оценки лабораторной безопасности и клинической пользы терапии.

В исследовании EMPHASIS-HF прием эплеренона снижал риск сердечно-сосудистой смерти или госпитализации

по поводу ХСН (ОР 0,63; 95% ДИ 0,54–0,74), хотя $K > 5,5$ ммоль/л отмечался чаще: 11,8 против 7,2% [2]. У получавших АМКР участников PARADIGM-HF выраженная гиперкалиемия встречалась реже при приеме сакубитрила/валсартана, чем при приеме эналаприла [18]. В исследовании EMPEROR-Pooled эмпаглифлозин уменьшал частоту гиперкалиемии или назначения калийсвязывающего препарата (ОР 0,82; 95% ДИ 0,71–0,95) [19]. При применении финеренона в FINEARTS-HF, напротив, установлено увеличение риска гиперкалиемии по сравнению с плацебо ($K > 5,5$ ммоль/л) – ОР 2,16; 95% ДИ 1,83–2,56, при сохранении клинической пользы в условиях протокольного наблюдения [5].

По данным исследования DIAMOND, патиомер снижал риск повторной гиперкалиемии ($K > 5,5$ ммоль/л) – ОР 0,63; 95% ДИ 0,45–0,87 [20]. В REALIZE-K при применении циклосиликата натрия циркония нормокалиемия достигнута у 71% пациентов против 36%, принимавших плацебо, отношение шансов 4,45; 95% ДИ 2,89–6,86; сердечно-сосудистая смерть или ухудшение ХСН отмечены у 11 пациентов в группе циклосиликата натрия циркония и у трех пациентов в группе плацебо [21]. В досрочно завершенном исследовании PRIORITIZE-HF не были выявлены значимые различия между группами при увеличении интенсивности терапии ингибиторами РААС с помощью циклосиликата натрия циркония по сравнению с плацебо [22]. Пользу калийсвязывающих средств для контроля уровня калия и оптимизации лечения следует отличать от доказательства их влияния на выживаемость.

S.J. Greene и соавт. в исследовании CARE-HK изучали пациентов с ХСН и высоким риском гиперкалиемии: гиперкалиемические события были частыми, но редко связанными с модификацией ингибиторов РААС и АМКР или использованием связывающего вещества калия [23]. Российские данные включают оценку динамики уровня калия и почечной функции при терапии АРНИ у пациентов с ХСН, связанной с противоопухолевым лечением [24]. Наша работа дополняет эти исследования благодаря совместному описанию частоты повышения уровня калия одновременно с другими лабораторными показателями и их последующей динамики.

В ранее опубликованных работах А.С. Рязанова и соавт. рассматривались различные аспекты применения АРНИ у пациентов с СН, включая функциональную митральную регургитацию, аортальную ригидность, качество жизни и ремоделирование сердца [25–28]. Эти исследования формируют клинический контекст применения АРНИ, однако не позволяют непосредственно судить о частоте или повторяемости гиперкалиемии в когорте. Вопросы индивидуализации амбулаторного ведения пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями также обсуждались в ранее опубликованном обзоре И.М. Хапохова и соавт. [29]. Полученные нами данные дополняют эту работу, демонстрируя важность анализа не только однократного измерения уровня калия, но и серии его повторных определений.

Ретроспективный дизайн нашего исследования и разная частота анализов определяют границы интерпретации: полученные доли относятся к обследованным пациентам, а интервалы между пробами не позволяют установить



длительность каждого повышения. Одновременность измерений определяли по календарному дню, сведения о методиках измерения уровня NT-proBNP и гемоллизе представлены полностью, поэтому отдельные случаи псевдогиперкалиемии не исключены. Основная модель учитывает рСКФ, возраст и пол, но не все возможные смешивающие факторы; парный анализ включает 31 пациента, а группа с рСКФ < 45 мл/мин/1,73 м² – 16 пациентов. Данные о рецептах и отпуске характеризуют назначение и получение препаратов. Причинные эффекты лечения в данном исследовании не оценивались.

Практическая же значимость исследования определяется тем, что в условиях реальной амбулаторной практики гиперкалиемию оценивали одновременно как событие, как элемент кардиоренального лабораторного профиля и как

динамический процесс с возможностью повторного повышения после нормализации уровня калия.

Заключение

Полученные данные свидетельствуют о том, что при ХСН гиперкалиемию следует оценивать не как единичное лабораторное отклонение, а с учетом выраженности и последующей динамики уровня калия, изменения функции почек и влияния зарегистрированной лекарственной терапии. ➡

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена без задействования грантов и финансовой поддержки общественных, некоммерческих и коммерческих организаций.

Литература

1. Галявич А.С., Терещенко С.Н., Ускач Т.М. и др. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2024. Российский кардиологический журнал. 2024; 29 (11): 6162.
2. Zannad F, McMurray J.J.V., Krum H., et al. Eplerenone in patients with systolic heart failure and mild symptoms. N. Engl. J. Med. 2011; 364 (1): 11–21.
3. Mueller C., McDonald K., de Boer R.A., et al. Heart Failure Association of the European Society of Cardiology practical guidance on the use of natriuretic peptide concentrations. Eur. J. Heart Fail. 2019; 21 (6): 715–731.
4. Ferreira J.P., Mogensen U.M., Jhund P.S., et al. Serum potassium in the PARADIGM-HF trial. Eur. J. Heart Fail. 2020; 22 (11): 2056–2064.
5. Vardeny O., Vaduganathan M., Claggett B.L., et al. Finerenone, Serum potassium, and clinical outcomes in heart failure with mildly reduced or preserved ejection fraction. JAMA Cardiol. 2025; 10 (1): 42–48.
6. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. eGFR equations for adults: 2021 CKD-EPI creatinine equation. URL: <https://www.niddk.nih.gov/research-funding/research-programs/kidney-clinical-research-epidemiology/laboratory/glomerular-filtration-rate-equations/adults#ckd-epi-creatinine> (дата обращения: 27.09.2026).
7. Kidney Disease: improving global outcomes CKD Work Group. KDIGO 2024 Clinical Practice Guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease. Kidney Int. 2024; 105 (4S): S117–S314.
8. Neuen B.L., Vaduganathan M., Claggett B.L., et al. Natriuretic peptides, kidney function, and clinical outcomes in heart failure with preserved ejection fraction. JACC Heart Fail. 2025; 13 (1): 28–39.
9. Adelborg K., Nicolaisen S.K., Hasvold P., et al. Predictors for repeated hyperkalemia and potassium trajectories in high-risk patients – a population-based cohort study. PLoS One. 2019; 14 (6): e0218739.
10. Ono R., Chimura M., Docherty K.F., et al. Optimal serum potassium concentrations in heart failure: an individual patient data meta-analysis. Eur. Heart J. 2026; 47 (32): 4480–4499.
11. Núñez J., Bayés-Genís A., Zannad F., et al. Long-term potassium monitoring and dynamics in heart failure and risk of mortality. Circulation. 2018; 137 (13): 1320–1330.
12. Rowan C.G., Francisco G., Chang R.C., et al. Patterns and risk factors of hyperkalemia recurrence among heart failure patients. Front. Cardiovasc. Med. 2026; 13: 1745946.
13. Ferrannini G., Benson L., Lautsch D., et al. N-terminal pro-B-type natriuretic peptide concentrations, testing and associations with worsening heart failure events. ESC Heart Fail. 2024; 11 (2): 759–771.
14. Meijers W.C., van der Velde A.R., Muller Kobold A.C., et al. Variability of biomarkers in patients with chronic heart failure and healthy controls. Eur. J. Heart Fail. 2017; 19 (3): 357–365.
15. Fernández-Calle P., Díaz-Garzón J., Bartlett B., et al. Biological variation of natriuretic peptides and other cardiovascular disease-related biomarkers: a systematic review and meta-analysis. Clin. Chem. 2026; 72 (8): 857–867.
16. Kalogeropoulos A.P., Hameed I., Anker S.D., et al. Changes in natriuretic peptide levels following patiromer-enabled optimization of medical therapy in heart failure: a post hoc analysis of the DIAMOND study. Eur. J. Heart Fail. 2025; 27 (12): 2816–2824.
17. Trevisan M., Fu E.L., Xu Y., et al. Stopping mineralocorticoid receptor antagonists after hyperkalaemia: trial emulation in data from routine care. Eur. J. Heart Fail. 2021; 23 (10): 1698–1707.
18. Desai A.S., Vardeny O., Claggett B., et al. Reduced risk of hyperkalemia during treatment of heart failure with mineralocorticoid receptor antagonists by use of sacubitril/valsartan compared with enalapril: a secondary analysis of the PARADIGM-HF Trial. JAMA Cardiol. 2017; 2 (1): 79–85.
19. Ferreira J.P., Zannad F., Butler J., et al. Empagliflozin and serum potassium in heart failure: an analysis from EMPEROR-Pooled. Eur. Heart J. 2022; 43 (31): 2984–2993.
20. Butler J., Anker S.D., Lund L.H., et al. Patiromer for the management of hyperkalemia in heart failure with reduced ejection fraction: the DIAMOND trial. Eur. Heart J. 2022; 43 (41): 4362–4373.



21. Kosiborod M.N., Cherney D.Z.I., Desai A.S., et al. Sodium zirconium cyclosilicate for management of hyperkalemia during spironolactone optimization in patients with heart failure. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2025; 85 (10): 971–984.
22. Tardif J.C., Rouleau J., Chertow G.M., et al. Potassium reduction with sodium zirconium cyclosilicate in patients with heart failure. *ESC Heart Fail.* 2023; 10 (2): 1066–1076.
23. Greene S.J., Sauer A.J., Böhm M., et al. Management of patients with heart failure at high risk of hyperkalaemia: the CARE-HK in HF registry. *Eur. J. Heart Fail.* 2025; 27 (11): 2410–2421.
24. Вицня М.В., Потехина А.В., Гаврюшина С.В. и др. Возможности терапии валсартаном + сакубитрилом у пациентов с хронической сердечной недостаточностью, связанной с противоопухолевым лечением. *Терапевтический архив.* 2023; 95 (7): 560–567.
25. Рязанов А.С., Капитонов К.И., Макаровская М.В., Кудрявцев А.А. Эффективность ингибиторов ангиотензиновых рецепторов и неприлизина при функциональной митральной регургитации. *Клиническая медицина.* 2020; 98 (2): 106–114.
26. Рязанов А.С., Ших Е.В., Капитонов К.И. и др. Влияние ингибиторов ангиотензиновых рецепторов и неприлизина на аортальную ригидность у пациентов с сердечной недостаточностью и сниженной фракцией выброса. *Вестник РАМН.* 2021; 76 (3): 298–306.
27. Рязанов А.С., Ших Е.В., Кечина О.В. и др. Влияние ингибиторов ангиотензиновых рецепторов и неприлизина на качество жизни у пациентов с сердечной недостаточностью со сниженной фракцией выброса и функциональной митральной регургитацией. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии.* 2022; 18 (6): 662–668.
28. Ryazanov A.S., Shikh E.V., Makarovskaya M.V., Kudryavtsev A.A. Angiotensin receptor-neprilysin inhibitors and cardiac remodeling. *Braz. J. Med. Biol. Res.* 2023; 56: e12616.
29. Хапохов И.М., Рязанов А.С., Мельникова Л.В., Макаровская М.В. Персонализированный подход к ведению пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями в амбулаторной практике (обзор литературы). *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки.* 2025; 1 (73): 99–114.

Hyperkalemia in Outpatients with Chronic Heart Failure: Prevalence, Clinical and Laboratory Characteristics, and Potassium Dynamics

N.A. Anisimov^{1,2}, A.S. Ryazanov, PhD, Prof.¹, M.V. Makarovskaya, PhD^{1,2}

¹ Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow

² Clinical and Diagnostic Center No. 4 of the Moscow Department of Health

Contact person: Maria V. Makarovskaya, marja.makarovska@mail.ru

Aim. To describe the frequency and severity of hyperkalemia in patients with chronic heart failure (CHF), its association with N-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-proBNP) levels and renal function, and subsequent changes in serum potassium levels.

Material and methods. A retrospective descriptive and analytical study was conducted using data from 250 patients with CHF followed between 2023 and 2025. The frequency of hyperkalemia was assessed among patients with at least one valid outpatient potassium measurement. Hyperkalemia was defined as a serum potassium concentration > 5.0 mmol/L; values ≥ 5.5 and ≥ 6.0 mmol/L were analyzed separately. Associations between potassium levels, NT-proBNP, and renal function were assessed using the first outpatient evaluation in which potassium, NT-proBNP, and creatinine were measured on the same day. Estimated glomerular filtration rate (eGFR) was calculated using the CKD-EPI 2021 equation. Differences in NT-proBNP levels between patients with hyperkalemia and normokalemia were assessed using a multivariable regression model adjusted for eGFR, age, and sex. Hyperkalemia dynamics were evaluated using subsequent potassium measurements, including repeated elevations and recurrence after documented normokalemia.

Results. Among 217 patients with available outpatient potassium measurements, hyperkalemia was recorded in 116 (53.5%; 95% confidence interval (CI) 46.8–60.0%). Potassium concentrations ≥ 5.5 mmol/L were observed in 50 (23.0%) patients, while concentrations ≥ 6.0 mmol/L were recorded in 12 (5.5%) patients. Concurrent potassium, NT-proBNP, and creatinine measurements were available for 141 patients. After adjustment for eGFR, age, and sex, no statistically significant differences in NT-proBNP levels were found between patients with hyperkalemia and normokalemia: the adjusted geometric mean ratio was 1.23 (95% CI 0.87–1.73; $p = 0.237$; $n = 139$). Notably, 22 (78.6%) of 28 patients with hyperkalemia at the time of concurrent laboratory assessment had an $eGFR \geq 60$ mL/min/1.73 m². During subsequent laboratory monitoring, repeated potassium elevation was recorded in 55 (68.8%) of 80 patients. Among patients with an initial potassium elevation > 5.0 but < 5.5 mmol/L, subsequent progression to a level ≥ 5.5 mmol/L was observed in 21 (32.3%) of 65 patients.

Conclusion. Hyperkalemia was frequently recorded among outpatients with CHF and showed a tendency to recur, including after documented normalization of potassium levels. Elevated potassium levels were also observed in patients with an $eGFR \geq 60$ mL/min/1.73 m², highlighting the need for potassium monitoring regardless of the presence of markedly reduced renal filtration function. After adjustment for eGFR, age, and sex, no statistically significant association was found between hyperkalemia and NT-proBNP levels. These findings support assessing hyperkalemia not as an isolated laboratory abnormality, but with consideration of the severity of potassium elevation and its subsequent dynamics.

Keywords: chronic heart failure, hyperkalemia, potassium, NT-proBNP, renal function, mineralocorticoid receptor antagonists