

DOI: 10.15825/1995-1191-2024-1-88-96

КОМПЛЕКСНАЯ НЕИНВАЗИВНАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ

Н.Н. Колоскова¹, А.Г. Эйюбова¹, А.О. Шевченко¹⁻³

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

² ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Российская Федерация

³ ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

Появление новых групп лекарственных препаратов, применяемых при лечении хронической сердечной недостаточности, позволило оптимизировать схемы лечения, изменив клинический статус и прогноз у данной категории пациентов. В связи с этим актуальность отдельных прогностических маркеров и шкал оценки рисков сердечной недостаточности теряет свою актуальность. Целью нашего обзора стало обобщение имеющихся на сегодняшний день данных, касающихся современных методов оценки функциональных возможностей организма и толерантности переносимости физической нагрузки у пациентов с хронической сердечной недостаточностью на фоне систолической дисфункции перед трансплантацией сердца.

Ключевые слова: сердечная недостаточность, трансплантация сердца, кардиореспираторный нагрузочный тест, тест 6-минутной ходьбы, натрийуретический пептид, синдром общей слабости, лист ожидания.

COMPREHENSIVE NON-INVASIVE EVALUATION OF THE FUNCTIONAL STATUS OF PATIENTS WITH CHRONIC HEART FAILURE

N.N. Koloskova¹, A.G. Eyyubova¹, A.O. Shevchenko¹⁻³

¹ Shumakov National Medical Research Center of Transplantology and Artificial Organs, Moscow, Russian Federation

² Sechenov University, Moscow, Russian Federation

³ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

The emergence of new groups of medications used in the treatment of chronic heart failure (CHF) has made it possible to optimize treatment regimens, changing the clinical status and prognosis in this patient cohort. In this regard, the relevance of individual prognostic markers and risk assessment scales for heart failure (HF) is losing its value. The aim of our review is to summarize the currently available evidence on modern methods of evaluating the functional capabilities of the body and exercise tolerance in CHF patients on the background of systolic dysfunction before heart transplantation.

Keywords: heart failure, heart transplantation, cardiopulmonary exercise test, 6-minute walk test, atrial natriuretic peptide, asthenia, waiting list.

С увеличением количества пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) [1, 2] своевременное выявление момента перехода от ста-

бильной к терминальной стадии сердечной недостаточности имеет решающее значение для выбора тактики дальнейшего лечения и оценки прогноза

Для корреспонденции: Колоскова Надежда Николаевна. Адрес: 123182, ул. Щукинская, д. 1.
Тел. (926) 651-40-64. E-mail: nkrasotka@mail.ru

Corresponding author: Nadezda Koloskova. Address: 1, Shchukinskaya str., Moscow, 123182, Russian Federation.
Phone: (926) 651-40-64. E-mail: nkrasotka@mail.ru

выживаемости у данной категории больных [3]. На сегодняшний день разработаны различные прогностические шкалы риска, используемые при оценке пациентов с ХСН [4, 5], однако, как показала статистика, врачи неохотно используют их в своей повседневной практике, а сами шкалы не дают полноценной информации о прогнозе выживаемости пациентов [6, 7].

Разработанная ранее шкала оценки выживаемости у пациентов с сердечной недостаточностью (HFSS), которая широко использовалась при отборе пациентов для включения в лист ожидания трансплантации сердца, в настоящее время теряет свою актуальность ввиду появления новых подходов в медикаментозной терапии у пациентов с ХСН [8]. На сегодняшний день «квадротерапия» является золотым стандартом при лечении пациентов со сниженной фракцией выброса левого желудочка. Понятие «квадротерапия» включает в себя применение комбинации следующих групп препаратов: бета-блокаторы, ингибиторы SGLT2, антагонисты минералокортикоидных рецепторов и препараты, блокирующие ренин-ангиотензин-альдостероновую систему (РААС). В крупных рандомизированных исследованиях было показано, что применение «квадротерапии» достоверно снижало частоту госпитализаций по поводу декомпенсации ХСН и улучшало прогноз выживаемости у данной категории пациентов [9].

Хотя трансплантация сердца остается единственным эффективным методом радикального лечения терминальной ХСН, а критерии включения в лист ожидания за последние десятилетия значительно расширились, дефицит донорских органов не позволяет полностью удовлетворить потребность в радикальном лечении пациентов с терминальной стадией хронической сердечной недостаточности [10]. В связи с этим возникает необходимость в разработке новых подходов при оценке степени тяжести состояния пациентов с ХСН и в персонализированном подходе при выборе дальнейшей тактики лечения.

Целью нашего обзора стало обобщение имеющихся на сегодняшний день данных, касающихся современных методов оценки функциональных возможностей организма и толерантности переносимости физической нагрузки у пациентов с хронической сердечной недостаточностью.

Самооценка пациентом и/или оценка лечащим врачом физического состояния в основном зависит от того, что пациент воспринимает как ограничения своей повседневной деятельности. Широко используемая в настоящее время функциональная классификация оценки степени тяжести сердечной недостаточности Нью-Йоркской кардиологической ассоциации (NYHA) позволяет определить тяжесть сердечной недостаточности на основании жалоб пациента (табл. 1).

Однако данная классификация основана исключительно на симптомах и не включает в себя прогностические показатели, полученные при проведении различных функциональных тестов, в связи с чем не может служить надежным предиктором развития неблагоприятных событий у пациентов с хронической сердечной недостаточностью [11–13].

Важно отметить, что пациенты с невыраженными симптомами хронической сердечной недостаточности могут иметь неблагоприятный прогноз выживаемости, несмотря на кажущееся мнимое благополучие состояния [14].

Кардиореспираторный нагрузочный тест (КРНТ) остается «золотым стандартом» оценки функциональных резервов пациентов с хронической сердечной недостаточностью. Данный метод исследования позволяет измерять такие переменные, как потребление кислорода (VO_2), продукцию углекислого газа (VCO_2) и легочную вентиляцию (ВЕ), определяемые как в покое, так и при выполнении физической нагрузки. Во время физической нагрузки организм человека можно представить как интегрированную систему, обеспечивающую доставку кислорода (O_2) к митохондриям для выполнения аэробных упраж-

Таблица 1

Функциональная классификация сердечной недостаточности Нью-Йоркской кардиологической ассоциации

New York Heart Association (NYHA) Functional Classification

ФК I	Нет ограничений физической активности. Повседневная физическая активность не вызывает симптомов одышки, усталости или учащенного сердцебиения
ФК II	Незначительное ограничение физической активности. Нет симптомов в покое, повседневная физическая активность сопровождается одышкой, повышенной утомляемостью и/или учащенным сердцебиением
ФК III	Выраженное ограничение физической активности. Нет симптомов в покое. Незначительная физическая нагрузка сопровождается одышкой, усталостью и/или учащенным сердцебиением
ФК IV	Непереносимость физической нагрузки. Симптомы одышки, усталости и/или учащенного сердцебиения в покое, усиливающиеся при минимальных физических нагрузках

Примечание. ФК – функциональный класс.

Note. ФК – Functional Class.

нений [15–17]. Доставка кислорода зависит от взаимодействия между компонентами транспортной кислородной цепи и его адекватного высвобождения в работающих мышцах. В табл. 2 представлены основные переменные, полученные во время проведения тестирования, нуждающиеся в последующей интерпретации.

Основные переменные, полученные при проведении кардиореспираторного нагрузочного тестирования

Коэффициент дыхательного обмена (RER) – расчетная величина, которая представляет собой отношение между пиковым производством углекислого газа (VCO₂) и пиковым потреблением кислорода (пик VO₂). Значения показателя RER 1,05–1,15 свидетельствуют о достижении пациентом максимально переносимой физической нагрузки во время проведения тестирования [18].

Рабочая нагрузка – максимальная нагрузка, которую может выполнить пациент во время проведения тестирования, измеренная в ваттах. Показатель процентного отношения рабочей нагрузки к прогнозируемой нагрузке >90% свидетельствует о высокой толерантности к физической нагрузке пациента [19].

Максимальная частота сердечных сокращений. Проба с физической нагрузкой считается выполненной при достижении пациентом частоты сердечных сокращений (ЧСС) ≥ 90% от прогнозируемой максимальной ЧСС в зависимости от возраста пациента. Надо отметить, что пациенты, принимающие лекарственные препараты, обладающие хронотропным эффектом, обычно не достигают этого показателя. В этом случае достоверность теста оценивается на основании RER и рабочей нагрузки, выполненной пациентом [20].

Показатель пикового потребления кислорода (пик VO₂) является наиболее важным значением, полученным при проведении КРНТ, и позволяет дать объективную оценку функциональных резервов у пациентов с хронической сердечной недостаточностью [21]. Показатель пикового потребления кислорода (пик VO₂), полученный во время проведения тестирования, может быть представлен как абсолютное значение (мл/мин) и/или индексирован по массе тела (мл/мин/кг) и/или в процентах от прогнозируемого значения, нормализованного по полу, возрасту, росту и весу пациента [22, 23].

На сегодняшний день пиковое значение VO₂ менее 14 мл/кг/мин является одним из факторов риска развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий [24]. В рекомендациях по отбору пациентов на трансплантацию сердца показатель пикового потребления VO₂ ≥12 мл/мин/кг на фоне приема β-адреноблокаторов (БАБ) или ≥14 мл/мин/кг на фоне

Таблица 2

**Данные, полученные во время кардиореспираторного нагрузочного теста
CPET data**

Параметры	Ожидаемые значения на пике физической нагрузки
<i>Физическая нагрузка</i>	
Продолжительность (мин)	8–12
Рабочая нагрузка, % прогнозируемой RER	>80 >1,15
<i>Гемодинамические показатели</i>	
Систолическое артериальное давление (мм рт. ст.)	<220
Частота сердечных сокращений, % от прогнозируемой ЧСС	>90
<i>Метаболические показатели</i>	
Пиковое VO ₂ , % прогнозируемого пик VO ₂	>84
Анаэробный порог, % прогнозируемого VO ₂	>40
Пульс O ₂ , %	>80
VO ₂ /работа, мл/мин/Вт	9–11
<i>Вентиляция</i>	
Частота дыхания (вдох/мин)	<60
PETCO ₂ на исходном уровне (мм рт. ст.)	>33
PETCO ₂ при анаэробном пороге, мм рт. ст. по сравнению с исходным уровнем	>3–6
Десатурация O ₂ , %	<4
<i>Прогностически</i>	
Наклон VE/VCO ₂	<34
Наклон восстановления O ₂	>650

отмены БАБ за 24 часа до проведения тестирования позволяет включить потенциальных реципиентов на трансплантацию сердца в статус 7 по классификации UNOS [25, 26].

Анаэробный порог (АП) – данный показатель дает представление о переносимости физической нагрузки в аэробных условиях. Точка начала анаэробного метаболизма (субмаксимальная нагрузка) определяется по концентрации выдыхаемого кислорода и выделяемого углекислого газа во время проведения КРНТ [27, 28].

Таким образом, на сегодняшний день КРНТ является наиболее комплексной методикой оценки пациентов с сердечно-легочной недостаточностью, которая позволяет провести дифференциальную диагностику при наличии таких симптомов, как одышка и плохая переносимость физических нагрузок между сердечной и дыхательной недостаточностью и/или физической детренированностью пациента. Недостатками данного метода являются потребность в

специальном оборудовании, в обучении персонала и высокая стоимость метода, что связано с ограничением его доступности в большинстве стационаров, а также с неспособностью ряда пациентов выполнить данное исследование ввиду тяжести клинического состояния. При невозможности выполнения КРНТ тест 6-минутной ходьбы (ТШХ) представляет собой простой недорогой тест, который может проводиться для стратификации риска у пациентов с хронической сердечной недостаточностью [29–31].

Тест 6-минутной ходьбы – это простой тест, который не требует специального оборудования и специальной подготовки врачей. Данный тест позволяет оценить субмаксимальный уровень функциональных возможностей пациента при ходьбе по ровной твердой поверхности в течение 6 минут [32].

Недостатками данного теста являются неспособность оценки реакций всех органов и систем, задействованных во время физической нагрузки, как в случае кардиореспираторного нагрузочного тестирования [33].

Несмотря на значительную корреляцию показателей ТШХ с пиковым потреблением кислорода (пик VO_2), данный тест не может рассматриваться в качестве альтернативы КРНТ, так как полученные результаты не являются надежным предиктором изменения пикового потребления кислорода у пациентов с хронической сердечной недостаточностью [34–36].

В ранее проведенных исследованиях была показана обратная корреляция между функциональным состоянием пациента с ХСН, оцененным по классификации NYHA, и результатами теста 6-минутной ходьбы [37–39]. В табл. 3 представлена корреляция параметров физической активности, оцененной при помощи ТШХ, показателя пикового потребления кислорода по результатам КРНТ и функционального класса сердечной недостаточности, оцененного на основании Нью-Йоркской классификации [40].

В ряде исследований было показано, что у пациентов с ХСН, обследованных перед включением в

лист ожидания трансплантации сердца, расстояние, пройденное во время ТШХ, менее 350 метров, имело 71% чувствительность и 60% специфичность для прогнозирования пикового VO_2 менее 14 мл/кг/мин во время проведения кардиореспираторного нагрузочного тестирования [41, 42].

Таким образом, тест 6-минутной ходьбы может использоваться в качестве альтернативы для измерения функционального состояния пациентов с сердечной недостаточностью и коморбидной патологией, например хронической обструктивной болезнью легких, в случае невозможности выполнить нагрузочные пробы [43–47].

К современным биомаркерам оценки степени тяжести хронической сердечной недостаточности и прогнозу течения заболевания относятся натрийуретические пептиды [48, 49].

В последних рекомендациях Европейского общества кардиологов (ESC) по диагностике и лечению сердечной недостаточности [50] и Американской ассоциации кардиологов (AHA) [51] мозговой натрийуретический пептид В-типа (BNP) и его предшественник N-терминальный промозговой натрийуретический пептид (NT-proBNP) были включены в качестве обязательных маркеров при постановке диагноза «сердечная недостаточность».

Определение других диагностических биомаркеров, например таких, как маркер воспаления ST2, маркер окислительного стресса – фактор роста-дифференциации-15 и маркер ремоделирования сердца – галектин-3, могут быть полезными при назначении терапии, направленной на лечение сердечной недостаточности, но не являются обязательными при постановке данного диагноза [51].

В своей работе Jochem Hogenhuis et al. провели анализ ряда показателей на момент выписки из стационара 229 пациентов, госпитализированных по поводу декомпенсации хронической сердечной недостаточности. В анализ были включены следующие показатели: уровень мозгового натрийуретического пептида; дистанция, пройденная во время ТШХ; показатель фракции выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ); функциональный класс сердечной недостаточности по классификации NYHA. Авторы продемонстрировали, что показатель уровня BNP слабо коррелировал с ФВ ЛЖ ($r = -0,29$, $p < 0,01$) и функциональным классом сердечной недостаточности ($r = 0,20$, $p < 0,01$). Также не было найдено корреляции между уровнями BNP и расстоянием, пройденным во время ТШХ ($r = -0,01$, $p = 0,87$). Таким образом, авторы сделали вывод, что уровень натрийуретического пептида в большей степени отражает состояние сердечной функции, тогда как дистанция, пройденная во время ТШХ, отражает функциональную способность организма, а эти два показателя представляют собой разные аспекты кли-

Таблица 3

Параметры физической активности и потребления кислорода у пациентов с различными функциональными классами хронической сердечной недостаточности
Exercise and oxygen consumption in patients with different functional classes of CHF

ФК NYHA	Дистанция, пройденная во время ТШХ, м	Пиковое потребление кислорода, мл/мин/м ²
0	>551	>22,1
I	426–550	18,1–22,0
II	301–425	14,1–18,0
III	151–300	10,1–14,0
IV	<150	<10,0

нического синдрома хронической сердечной недостаточности [52].

Напротив, в исследовании Joseph F. Norman et al. был проведен корреляционный анализ для оценки отношения уровня натрийуретического пептида к показателям пикового потребления кислорода, полученным во время проведения КРНТ, и фракции выброса левого желудочка у 22 пациентов с компенсированной хронической сердечной недостаточностью. Результаты исследования позволили предположить, что уровень BNP в плазме крови может быть полезным клиническим показателем для оценки как общей функциональной способности, так и сократительной способности миокарда у пациентов с хронической сердечной недостаточностью [53].

В своей работе Tomoko S. Kato et al. оценили значение показателей пикового потребления кислорода в сочетании с уровнем натрийуретического пептида у 424 потенциальных реципиентов, прошедших обследование перед трансплантацией сердца. В зависимости от полученных показателей пикового потребления кислорода все пациенты были разделены на три группы. В первую группу было включено 167 пациентов, во вторую группу – 146 и в третью группу – 111 человек. Показатель пикового потребления кислорода составил >14 мл/мин/кг в первой группе, от 10 до 14 мл/мин/кг и <10 мл/мин/кг во второй и третьей группах соответственно. В группу сравнения было включено 743 реципиента после трансплантации сердца *de novo*. Многопараметрический анализ показал, что высокий уровень BNP и низкий показатель пикового VO_2 были независимо связаны со смертью, необходимостью выполнения трансплантации сердца или имплантации систем механической поддержки кровообращения (МПК) (отношение рисков 3,5 и 0,6; 95% ДИ 1,24–9,23 и 0,03–0,71; $p = 0,02$ и $p < 0,0001$ соответственно). Выживаемость без МПК или без трансплантации сердца в течение года у пациентов с пиковым VO_2 от 10 до 14 мл/мин/кг была сопоставима с годичной выживаемостью после трансплантации сердца. Учитывая полученные данные, авторы разделили вторую группу на две подгруппы в зависимости от порогового значения уровня натрийуретического пептида – более 506 и менее 506 пг/мл. Годовая выживаемость пациентов с сердечной недостаточностью и низким показателем BNP была сопоставима с годовой выживаемостью после трансплантации сердца (1 год: 90,8% против 87,2%; $p = 0,61$), тогда как пациенты с $BNP \geq 506$ пг/мл показали худшую выживаемость в течение года при условии отсутствия хирургического лечения хронической сердечной недостаточности (1 год: 79,7%; $p < 0,001$), по сравнению с пациентами после трансплантации сердца. Авторы сделали вывод, что комплексная оценка значения пикового потребления кислорода при физической нагрузке в

сочетании с уровнями натрийуретического пептида В-типа позволяет определить оптимальные сроки для включения пациентов в лист ожидания трансплантации сердца [54].

Shyh-Ming Chen et al. проанализировали выживаемость 377 пациентов, госпитализированных по поводу декомпенсации хронической сердечной недостаточности, и показали, что риск развития неблагоприятных событий в течение двух лет у пациентов с пороговыми значениями пикового потребления кислорода 10,2 мл/кг/мин, находящихся на оптимальной медикаментозной терапии, составил 20% для всей когорты пациентов. На основании полученных данных авторы предложили схему оптимизированной стратегии для прогнозирования неблагоприятных событий, определения сроков и показаний для включения в лист ожидания трансплантации сердца или продолжения терапии хронической сердечной недостаточности (рис. 1) [55].

Актуальные клинические рекомендации по лечению пациентов с сердечной недостаточностью предлагают использовать показатель пикового потребления кислорода, полученный во время проведения КРНТ, в качестве одного из критериев для определения показаний включения пациента в лист ожидания трансплантации сердца. В работах 1990-х годов Mancini et al. было показано, что пиковое пороговое значение VO_2 , равное 14,0 мл/кг/мин, является показателем для включения пациентов в лист ожидания трансплантации сердца [56]. В 2000-х годах на фоне начала широкого применения бета-блокаторов в терапии ХСН пороговое значение было снижено до 12,0 мл/кг/мин [57]. В последнее время в связи с улучшением прогноза выживаемости на фоне применения «квадротерапии» прогностический порог был снижен до 10,2 мл/кг/мин [58].

В последнее время все большее значение придается оценке синдрома физического истощения (frailty) при оценке прогноза пациентов с хронической сердечной недостаточностью, а также при отборе пациентов на трансплантацию сердца и/или имплантацию механической поддержки кровообращения [59, 60].

Yasbanoo Moayedi et al. оценили прогностическую значимость и влияние на прогноз выживаемости синдрома физического истощения (frailty) в сочетании с таким прогностическим показателем оценки степени тяжести сердечной недостаточности, как пиковое потребление кислорода. Синдром физического истощения (frailty) оценивали с использованием модифицированных критериев согласно шкале Fried Frailty Phenotype (FFP). Полученные результаты интерпретировались как выраженная, умеренная и незначительная общая слабость. В исследование был включен 201 пациент с хронической сердечной недостаточностью. Медиана наблюдения составила 17,5 мес. (от 11 до 29,2 мес.). За период наблюдения

общая летальность составила 25 пациентов (12,4%). Годовая выживаемость среди пациентов с выраженной, умеренной и незначительной общей слабостью составила 78, 94 и 100% соответственно. Таким образом, авторы показали, что наличие выраженной степени синдрома общей слабости у пациентов с ХСН ассоциировалось с двукратным увеличением риска смертности (HR 2,01, $p < 0,0001$; 95% ДИ 1,42–2,84). При сравнительном анализе влияния данного син-

дрома в сочетании с показателем пикового VO_2 на прогноз выживаемости было показано, что пиковое значение VO_2 менее 12 мл/кг/мин в сочетании с выраженной общей слабостью было связано с повышенным риском летальности в сравнении с пациентами, чей показатель превышал значения 12 мл/кг/мин (HR 1,72, $p = 0,006$). Авторы сделали вывод, что выраженность синдрома общей слабости является одним из факторов риска неблагоприятного прогноза годовой

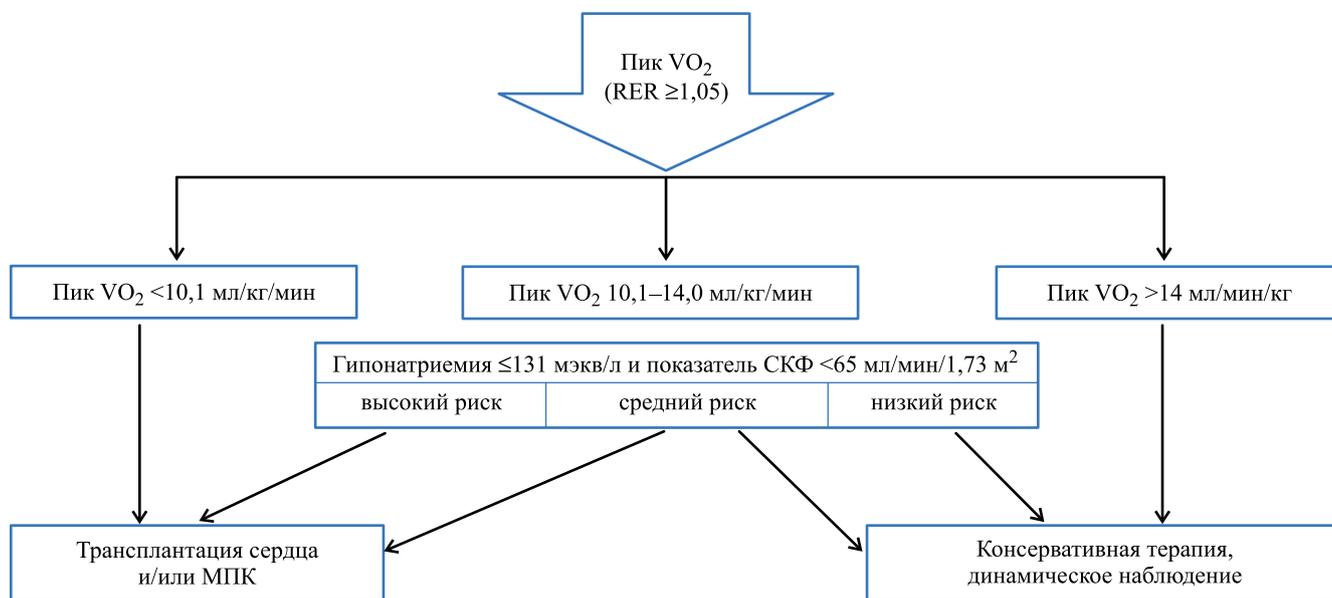


Рис. 1. Оптимизированная стратегия для прогнозирования неблагоприятных событий, определения сроков и показаний для трансплантации сердца. СКФ – расчетная скорость клубочковой фильтрации; RER – коэффициент дыхательного обмена; МПК – механическая поддержка кровообращения

Fig. 1. Optimized strategy for predicting adverse events, timing, and indications for heart transplantation. СКФ – estimated glomerular filtration rate; RER – respiratory exchange ratio; МПК – mechanical circulatory support

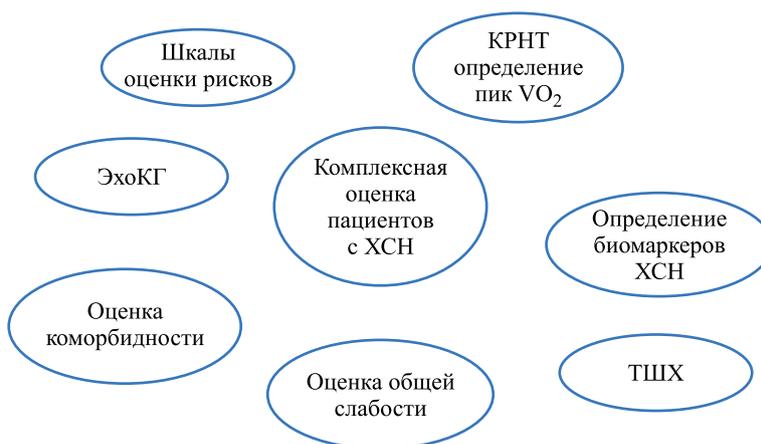


Рис. 2. Комплексная неинвазивная оценка функционального статуса пациентов с хронической сердечной недостаточностью на фоне систолической дисфункции перед трансплантацией сердца. ХСН – хроническая сердечная недостаточность, ТШХ – тест 6-минутной ходьбы, КРНТ – кардиореспираторный нагрузочный тест, ЭхоКГ – эхокардиография

Fig. 2. Comprehensive non-invasive evaluation of the functional status of patients with chronic heart failure resulting from systolic dysfunction before heart transplantation. ХСН – chronic heart failure, ТШХ – 6-minute walk test, КРНТ – cardiopulmonary exercise test, ЭхоКГ – echocardiography

выживаемости у пациентов с низким показателем пикового потребления кислорода [61].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день существует ряд методов оценки степени тяжести хронической сердечной недостаточности, позволяющих провести комплексную оценку пациента, определить прогноз выживаемости, а также показания к продолжению медикаментозной терапии или потребности в хирургическом лечении терминальной стадии хронической сердечной недостаточности, которое предполагает проведение ресинхронизирующей терапии, имплантацию систем длительной механической поддержки кровообращения и/или трансплантацию сердца. Модель оценки прогностического риска для пациентов с ХСН многопараметрическая, включающая большое количество переменных, полученных при проведении клинико-инструментального обследования пациента. Однако актуальность отдельных прогностических маркеров может варьироваться в зависимости от выраженности симптомов ХСН и наличия сопутствующих заболеваний.

На рис. 2 схематично представлены основные параметры оценки прогноза и планирования дальнейшей тактики, которые, на наш взгляд, широко доступны в практике медицинских учреждений.

Таким образом, персонализированный подход к выбору дальнейшей тактики лечения пациентов с хронической сердечной недостаточностью в значительной степени зависит от прогноза выживания конкретного пациента. Прогнозирование будущего пациента с хронической сердечной недостаточностью – не совершенная наука, а количественная оценка факторов риска, являющаяся началом решения вопроса о тактике лечения.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Groenewegen A, Rutten FH, Mosterd A, Hoes AW. Epidemiology of heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2020; 22 (8): 1342–1356. doi: 10.1002/ejhf.1858.
2. Daneshvar DA, Czer LS, Phan A, Trento A, Schwarz ER. Heart transplantation in the elderly: why cardiac transplantation does not need to be limited to younger patients but can be safely performed in patients above 65 years of age. *Ann Transplant.* 2010; 15 (4): 110–119.
3. Поляков ДС, Фомин ИВ, Беленков ЮН, Мареев ВЮ, Агеев ФТ, Артемьева ЕГ и др. Хроническая сердечная недостаточность в Российской Федерации: что изменилось за 20 лет наблюдения? Результаты исследования ЭПОХА-ХСН. *Кардиология.* 2021; 61 (4): 4–14. Polyakov DS, Fomin IV, Belenkov YuN, Mareev VYu, Ageev FT, Artemjeva EG et al. Chronic heart failure in the Russian Federation: what has changed over 20 years of follow-up? Results of the EPOCH-CHF study. *Kardiologiya.* 2021; 61 (4): 4–14. <https://doi.org/10.18087/kardiologiya.2021.4.n1628>.
4. Marcondes-Braga FG, Vieira JL, Souza Neto JD, Calado G, Ayub-Ferreira SM, Bacal F, Clausell N. Emerging Topics in Heart Failure: Contemporaneous Management of Advanced Heart Failure. *Arq Bras Cardiol.* 2020; 115 (6): 1193–1196.
5. Zhao HL, Cui W. Prognostic risk scores for patients with heart failure. *Br J Hosp Med (Lond).* 2021; 83 (5): 118–132. <https://doi.org/10.12968/hmed.2021.0594>.
6. Canepa M, Fonseca C, Chioncel O, Laroche C, Crespo-Leiro MG, Coats AJS et al. ESC HF Long Term Registry Investigators. Performance of prognostic risk scores in chronic heart failure patients enrolled in the European Society of Cardiology Heart Failure Long-Term Registry. *JACC Heart Fail.* 2018; 6 (6): 452–462.
7. Simpson J, Jhund PS, Lund LH, Padmanabhan S, Claggett BL, Shen L et al. Prognostic Models Derived in PARADIGM-HF and Validated in ATMOSPHERE and the Swedish Heart Failure Registry to Predict Mortality and Morbidity in Chronic Heart Failure. *JAMA Cardiol.* 2020; 5 (4): 432–441.
8. Lund LH, Aaronson KD, Mancini DM. Predicting survival in ambulatory patients with severe heart failure on beta-blocker therapy. *Am J Cardiol.* 2003; 92: 1350–1354.
9. Writing Committee; Maddox TM, Januzzi JL Jr, Allen LA, Breathett K, Butler J, Davis LL et al. 2021 Update to the 2017 ACC Expert Consensus Decision Pathway for Optimization of Heart Failure Treatment: Answers to 10 Pivotal Issues About Heart Failure with Reduced Ejection Fraction: A Report of the American College of Cardiology Solution Set Oversight Committee. *J Am Coll Cardiol.* 2021; 77 (6): 772–810.
10. Понцов ВН, Золотова ЕН. Трансплантация сердца у реципиентов с сахарным диабетом. *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* 2018; 20 (1): 120–126. Poptsov VN, Zolotova EN. Heart transplantation in diabetic recipients. *Russian Journal of Transplantation and Artificial Organs.* 2018; 20 (1): 120–126. (In Russ.).
11. Caraballo C, Desai NR, Mulder H, Alhanti B, Wilson FP, Fiuza M et al. Clinical implications of the New York Heart Association classification. *J Am Heart Assoc.* 2019; 8 (23): e014240.
12. Stout KK, Broberg CS, Book WM, Cecchin F, Chen JM, Dimopoulos K et al. Chronic heart failure in congenital heart disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2016; 133 (8): 770–801.
13. Ross HJ, Law Y, Book WM, Broberg CS, Burchill L, Cecchin F et al. Transplantation and mechanical circulatory support in congenital heart disease a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2016; 133 (8): 802–820.
14. Solomon SD, Claggett B, Packer M, Desai A, Zile MR, Swedberg K et al. Efficacy of sacubitril/valsartan relative to a prior decompensation: the PARADIGM-HF trial. *JACC Heart Fail.* 2016; 4 (10): 816–822.

15. Wasserman K. Coupling of external to cellular respiration during exercise: the wisdom of the body revisited. *Am J Physiol.* 1994; 266: 519–539.
16. Sietsema KE, Sue DY, Stringer WW, Ward SA. Wasserman & Whipp's principles of exercise testing and interpretation. 6th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2021.
17. Puente-Maestu L, Palange P, Casaburi R, Laveneziana P, Maltais F, Neder JA et al. Use of exercise testing in the evaluation of interventional efficacy: an official ERS statement. *Eur Respir J.* 2016; 47 (2): 429–460. doi: 10.1183/13993003.00745-2015.
18. Mezzani A, Corrà U, Bosimini E, Giordano A, Giannuzzi P. Contribution of peak respiratory exchange ratio to peak VO₂ prognostic reliability in patients with chronic heart failure and severely reduced exercise capacity. *Am Heart J.* 2003; 145 (6): 1102–1107.
19. Corrà U, Agostoni PG, Anker SD, Coats AJS, Crespo Leiro MG, de Boer RA et al. Role of cardiopulmonary exercise testing in clinical stratification in heart failure. A position paper from the Committee on Exercise Physiology and Training of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail.* 2018; 20 (1): 3–15.
20. Agostoni P, Dumitrescu D. How to perform and report a cardiopulmonary exercise test in patients with chronic heart failure. *Int J Cardiol.* 2019; 288: 107–113.
21. Guazzi M, Adams V, Conraads V, Halle M, Mezzani A, Vanhees L et al. EACPR/AHA scientific statement: clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *Circulation.* 2012; 126 (18): 2261–2274.
22. Wagner J, Agostoni P, Arena R, Belardinelli R, Dumitrescu D, Hager A et al. The role of gas exchange variables in cardiopulmonary exercise testing for risk stratification and management of heart failure with reduced ejection fraction. *Am Heart J.* 2018; 202: 116–126.
23. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Stringer WW, Sietsema KE, Sun X-G, Whipp BJ. Principles of Exercise Testing and Interpretation: Including Pathophysiology and Clinical Applications. 5th Edn. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2011.
24. Weisman IM, Marciniuk D, Martinez FJ, Sciarba F, Sue D, Myers J et al. American Thoracic Society; American College of Chest Physicians. ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003; 167: 211–277.
25. O'Neill JO, Young JB, Pothier CE, Lauer MS. Peak oxygen consumption as a predictor of death in patients with heart failure receiving beta-blockers. *Circulation.* 2005; 111: 2313–2318.
26. Cattadori G, Agostoni P, Corra U, Di Lenarda A, Sinagra G, Veglia F et al. Severe heart failure prognosis evaluation for transplant selection in the era of beta blockers: role of peak oxygen consumption. *Int J Cardiol.* 2013; 168: 5078–5081.
27. Bentley DJ, Newell J, Bishop D. Incremental exercise test design and analysis: implications for performance diagnostics in endurance athletes. *Sports Med.* 2007; 37 (7): 575–586.
28. Löllgen H, Leyk D. Exercise testing in sports medicine. *Dtsch Arztebl Int.* 2018; 115: 409–416.
29. Guazzi M, Dickstein K, Vicenzi M, Arena R. Sixminute walk test and cardiopulmonary exercise testing in patients with chronic heart failure: a comparative analysis on clinical and prognostic insights. *Circ Heart Fail.* 2009; 2 (6): 549–555.
30. Zielińska D, Bellwon J, Rynkiewicz A, Elkady MA. Prognostic Value of the Six-Minute Walk Test in Heart Failure Patients Undergoing Cardiac Surgery: A Literature Review. *Rehabil Res Pract.* 2013; 2013: 965494.
31. Maldonado-Martín S, Brubaker PH, Eggebeen J, Stewart KP, Kitzman DW. Association between 6-minute walk test distance and objective variables of functional capacity after exercise training in elderly heart failure patients with preserved ejection fraction: a randomized exercise trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2017; 98 (3): 600–603.
32. Будневский АВ, Кравченко АЯ, Токмачев РЕ, Черник ТА, Токмачев ЕВ, Летникова ЮБ. Диагностические, прогностические и терапевтические возможности использования теста 6-минутной ходьбы у пациентов с хронической сердечной недостаточностью. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2020; 19 (6): 2460. Budnevsky AV, Kravchenko AY, Tokmachev RE, Chernik TA, Tokmachev EV, Letnikova YuB. Diagnostic, prognostic and therapeutic potential of 6-minute walk test in patients with heart failure. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2020; 19 (6): 2460. (In Russ.). doi: 10.15829/1728-8800-2020-2460.
33. Uszko-Lencer NHMK, Mesquita R, Janssen E, Werter C, Brunner-La Rocca HP, Pitta F et al. Reliability, construct validity and determinants of 6-minute walk test performance in patients with chronic heart failure. *Int J Cardiol.* 2017; 240: 285–290.
34. Cheatham C, Taylor R, Burke V, O'Driscoll G, Green DJ. The 6-minute walk test does not reliably detect changes in functional capacity of patients awaiting cardiac transplantation. *J Heart Lung Transplant.* 2005; 24 (7): 848–853.
35. Omar HR, Guglin M. The longitudinal relationship between six-minute walk test and cardiopulmonary exercise testing, and association with symptoms in systolic heart failure: analysis from the ESCAPE trial. *Eur J Intern Med.* 2017; 40: e26–e28.
36. Farag EM, Al-Daydamony MM, Gad MM. What is the association between left ventricular diastolic dysfunction and 6-minute walk test in hypertensive patients? *J Am Soc Hypertens.* 2017; 11: 158–164.
37. Lansa Ch, Ciderc A, Nylanderand E, Brudin L. The relationship between six-minute walked distance and health-related quality of life in patients with chronic heart failure. *Scand Cardiovasc J.* 2022 Dec; 56 (1): 310–315. <https://doi.org/10.1080/14017431.2022.2107234>.
38. Alahdab MT, Mansour IN, Napan S, Stamos TD. Six minute walk test predicts long-term all-cause mortality and heart failure rehospitalization in African-American patients hospitalized with acute decompensated heart failure. *J Card Fail.* 2009; 15 (2): 130–135.

39. McCabe N, Butler J, Dunbar SB, Higgins M, Reilly C. Six-minute walk distance predicts 30-day readmission after acute heart failure hospitalization. *Heart Lung*. 2017; 46 (4): 287–292.
40. Yap J, Lim FY, Gao F, Teo LL, Lam CS, Yeo KK. Correlation of the New York heart association classification and the 6-minute walk distance: a systematic review. *Clin Cardiol*. 2015; 38 (10): 621–628.
41. Shah MR, Hasselblad V, Gheorghide M, Adams KF Jr, Swedberg K, Califf RM, O'Connor CM. Prognostic usefulness of the six-minute walk in patients with advanced congestive heart failure secondary to ischemic or nonischemic cardiomyopathy. *Am J Cardiol*. 2001; 88 (9): 987–993.
42. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166 (1): 111–117.
43. Nixon PA, Joswiak ML, Fricker FJ. A sixminute walk test for assessing exercise tolerance in severely ill children. *J Pediatr*. 1996; 129: 362–366.
44. Hajiro T, Nishimura K, Tsukino M, Ikeda A, Koyama H, Izumi T. Analysis of clinical methods used to evaluate dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998; 158 (4): 1185–1189.
45. Omar HR, Guglin M. Prognostic value of 6-minute walk test and cardiopulmonary exercise test in acute heart failure (from the ESCAPE trial). *American Heart Journal Plus: Cardiology Research and Practice*. 2021; 1: 42–51.
46. Grundtvig M, Eriksen-Volnes T, Ørn S, Slind EK, Gulstad L. 6 min walk test is a strong independent predictor of death in outpatients with heart failure. *ESC Heart Fail*. 2020 Oct; 7 (5): 2904–2911.
47. Mueller C, McDonald K, de Boer RA, Maisel A, Cleland JGF, Kozhuharov N 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.
48. Brunner-La Rocca HP, Sanders-van Wijk S. Natriuretic Peptides in Chronic Heart Failure. *Card Fail Rev*. 2019; 5 (1): 44–49.
49. Алиева АМ, Резник ЕВ, Гасанова ЭТ, Жбанов ИВ, Никитин ИГ. Клиническое значение определения биомаркеров крови у больных с хронической сердечной недостаточностью. *Архив внутренней медицины*. 2018; 8 (5): 333–345. Alieva AM, Reznik EV, Gasanova ET, Zbanov IV, Nikitin IG. Clinical value of blood biomarkers in patients with chronic heart failure. *The Russian Archives of Internal Medicine*. 2018; 8 (5): 333–345. [In Russ.].
50. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JGF, Coats AJS et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2016; 18: 891–975.
51. Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, Butler J, Casey DE, Colvin MM et al. 2017 ACC/AHA/HFSA focused update of the 2013 ACCF/AHA Guideline for the management of heart failure: a report of the American college of cardiology / American heart association task force on clinical practice guidelines and the heart failure society of America. *Circulation*. 2017; 136: e137–e161.
52. Hogenhuis J, Jaarsma T, Voors AA, Hillege HL, Lesman I, van Veldhuisen DJ. Correlates of B-type natriuretic peptide and 6-min walk in heart failure patients. *Int J Cardiol*. 2006; 108 (1): 63–67.
53. Norman JF, Pozehl BJ, Duncan KA, Hertzog MA, Elokda AS, Krueger SK. Relationship of Resting B-type Natriuretic Peptide Level to Cardiac Work and Total Physical Work Capacity in Heart Failure Patients. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2009; 29 (5): 310–313.
54. Kato TS, Collado E, Khawaja T, Kawano Y, Kim M, Farr M et al. Value of Peak Exercise Oxygen Consumption Combined With B-type Natriuretic Peptide Levels for Optimal Timing of Cardiac Transplantation. *Circ Heart Fail*. 2013; 6 (1): 6–14.
55. Chen SM, Wu PJ, Wang LY, Wei CL, Cheng CI, Fang HY et al. Optimizing exercise testing-based risk stratification to predict poor prognosis after acute heart failure. *ESC Heart Failure*. 2023 Apr. 10 (2): 895–906. <https://doi.org/10.1002/ehf2.14240>.
56. Mancini DM, Eisen H, Kussmaul W, Muller, Edmunds LH Jr, Wilson JR. Value of peak exercise oxygen consumption for optimal timing of cardiac transplantation in ambulatory patients with heart failure. *Circulation*. 1991; 83: 778–786.
57. Peterson LR, Schechtman KB, Ewald GA, Geltman EM, de las Fuentes L, Meyer T et al. Timing of cardiac transplantation in patients with heart failure receiving β -adrenergic blockers. *J Heart Lung Transplant*. 2003; 22 (10): 1141–1148.
58. Goda A, Lund LH, Mancini D. The Heart Failure Survival Score outperforms the peak oxygen consumption for heart transplantation selection in the era of device therapy. *J Heart Lung Transplant*. 2011; 30 (3): 315–325.
59. Mehra MR, Canter CE, Hannan MM, Semigran MJ, Uber PA, Baran DA et al. The 2016 International Society for Heart Lung Transplantation listing criteria for heart transplantation: a 10-year update. *J Heart Lung Transplant*. 2016; 35 (1): 1–23.
60. Dunlay SM, Park SJ, Joyce LD, Daly RC, Stulak JM, McNallan SM et al. Frailty and outcomes after implantation of left ventricular assist device as destination therapy. *J Heart Lung Transplant*. 2014; 33 (4): 359–365.
61. Moayedi Y, Duero Posada JG, Foroutan F, Goldraich LA, Alba AC, MacIver J, Ross HJ. The prognostic significance of frailty compared to peak oxygen consumption and B-type natriuretic peptide in patients with advanced heart failure. *Clin Transplant*. 2018; 32 (1): e13158.

Статья поступила в редакцию 27.07.2023 г.
The article was submitted to the journal on 27.07.2023