

## Дистанционное наблюдение за состоянием пациентов с хронической сердечной недостаточностью: неинвазивный подход

А.В. Емельянов, М.В. Кожевникова, Е.А. Железных, А.Л. Панова, Е.В. Привалова, Ю.Н. Беленков  
Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Москва, Россия

### АННОТАЦИЯ

Дистанционное наблюдение за состоянием здоровья пациентов активно используют в последние годы, в том числе у пациентов с хронической сердечной недостаточностью. В отличие от инвазивных методов, неинвазивные не сопряжены с операционными рисками и предоставляют широкие возможности для ведения пациентов: телемониторинг, виртуальные визиты, предварительная сортировка на пути в приёмное отделение, внутригоспитальная телемедицина, телемедицинская реабилитация, психологическая поддержка и многое другое. Ранее дистанционное наблюдение осуществляли с привлечением мультидисциплинарной команды из медработников разных специальностей, что обеспечивало высокую эффективность, а попытки внедрения современных технологий для снижения участия людей часто оказывались безуспешными. Однако пандемия COVID-19 подтолкнула к радикальному изменению всех электронных и телемедицинских технологий в здравоохранении. На сегодняшний день существует огромное разнообразие методов и технологий дистанционного наблюдения, но из-за отсутствия единых стандартов, несовершенства законодательства, региональных, социальных и экономических различий в доступности этих технологий всё ещё нельзя однозначно судить об их эффективности. Тем не менее в 2021 году дистанционное наблюдение включили в клинические рекомендации Европейского общества кардиологов по диагностике и лечению острой и хронической сердечной недостаточности (IIIb). Данный обзор посвящён истории развития современных методов дистанционного наблюдения, а также проблемам, которые они призваны решить с целью повышения эффективности амбулаторного наблюдения за состоянием здоровья пациентов с хронической сердечной недостаточностью.

**Ключевые слова:** хроническая сердечная недостаточность; дистанционное наблюдение; телемедицина; электронное здравоохранение.

### КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Емельянов А.В., Кожевникова М.В., Железных Е.А., Панова А.Л., Привалова Е.В., Беленков Ю.Н. Дистанционное наблюдение за состоянием пациентов с хронической сердечной недостаточностью: неинвазивный подход // Digital Diagnostics. 2024. Т. 5. № 4. С. XX–XX. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD633033>

Рукопись получена: 30.05.2024

Рукопись одобрена: 11.07.2024

Опубликована Online: 05.11.2024

Статья доступна по лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International

© Эко-Вектор, 2024

## Remote monitoring of patients with chronic heart failure: a non-invasive approach

Aleksei V. Emelianov, Maria V. Kozhevnikova, Elena A. Zheleznykh, Anastasia L. Panova, Elena V. Privalova, Yuri N. Belenkov  
Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

### ABSTRACT

Remote monitoring of patient' health has been actively used in recent years, including in patients with chronic heart failure. Unlike invasive remote monitoring, non-invasive methods do not involve surgical risks and offer a wide range of management options: telemonitoring, virtual visits, forward triage, hospital telemedicine, telerehabilitation, psychological support. The first remote monitoring was performed by a multidisciplinary team of healthcare providers from different specialties and proved its effectiveness. Unfortunately, attempts to use modern technology to reduce human involvement have often been unsuccessful. However, the COVID-19 pandemic triggered a dramatic development of mHealth. Today, there is a huge variety of methods available, but it is still impossible to give a definitive answer about the effectiveness of non-invasive remote monitoring due to the lack of uniform standards, imperfect legislation, regional, social and economic differences in the availability of technology. Nevertheless, it was included in the European Society of Cardiology clinical guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure in 2021 (IIb). This review focuses on the history of development of modern methods of remote monitoring, as well as the problems they are designed to solve in order to improve the effectiveness of outpatient monitoring of the health of patients with chronic heart failure.

**Keywords:** chronic heart failure; remote monitoring; telemedicine; mHealth.

### TO CITE THIS ARTICLE:

Emelianov AV, Kozhevnikova MV, Zheleznykh EA, Panova AL, Privalova EV, Belenkov YN. Remote monitoring of patients with chronic heart failure: a non-invasive approach. *Digital Diagnostics*. 2024;5(4):XX–XX. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD633033>

Received: 30.05.2024

Accepted: 11.07.2024

Published Online: 05.11.2024

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License

© Eco-Vector, 2024

## ВВЕДЕНИЕ

Хроническая сердечная недостаточность (ХСН) остаётся одной из значимых проблем здравоохранения. По всему миру насчитывается более 60 млн человек с данной патологией [1]. В Российской Федерации (РФ) её распространённость среди всего населения составляет 8,2%. Ведущими причинами развития ХСН являются артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца, а также их сочетание, встречающееся у половины пациентов [2]. Исследования показывают, что пятилетняя выживаемость пациентов с ХСН составляет 50%, однако её снижение отмечается при декомпенсации состояния, а амбулаторное и стационарное лечение сопровождаются огромной финансовой нагрузкой [1].

При сохранённой и умеренно сниженной фракции выброса (ФВ) доказана эффективность применения только ингибиторов натрий-глюкозного котранспортёра 2-го типа (иНГЛТ-2). В случае низкой ФВ показана четырёхкомпонентная терапия (ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента (иАПФ),  $\beta$ -адреноблокаторы, антагонисты минералокортикоидных рецепторов, иНГЛТ-2), которая снижает частоту повторных госпитализаций из-за декомпенсации ХСН и смертность от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) на 72% [3].

В РФ только 16,2% пациентов получают оптимальную медикаментозную терапию, что связано с невозможностью постоянного мониторинга и страхом перед нежелательными лекарственными реакциями (гипотонии, гиперкалиемии) [4]. Однако в соответствии с новыми рекомендациями по титрации дозы этот процент может стать ниже [1, 5].

Немаловажным является также приверженность пациентов к лечению, зависящая от особенностей личности и коморбидности. Снижение её, как правило, ассоциировано с неблагоприятным прогнозом, сокращением физической активности и ухудшением качества жизни [6, 7]. Согласно результатам исследований, уровень комплаентности варьирует от 10 до 98%, что связано с использованием разных инструментальных методов её оценки. Среди негативных факторов, влияющих на приверженность к лечению, выделяют недостаточную поддержку врача, нехватку финансов, отсутствие симптомов, когнитивные нарушения, нежелательные лекарственные реакции, депрессию, недостаточную информированность, полипрагмазию и неудобства, вызванные приёмом диуретиков [8].

Другие важные составляющие эффективного лечения — взаимодействие врач–пациент, обучение, реабилитация и амбулаторное наблюдение. Для решения данных проблем возрастает потребность в комплексных и современных подходах, учитывающих актуальные проблемы и тенденции. Одним из таких подходов является дистанционное наблюдение.

## ВЕРОЯТНОЕ РЕШЕНИЕ

Благодаря технологическому прогрессу пациенты отправляют данные о своём состоянии, собранные посредством инвазивных и неинвазивных устройств, и получают консультацию специалиста абсолютно на любом расстоянии.

Инвазивные методы с высокой точностью оценивают различные параметры и реагируют на малейшие изменения у пациентов с ХСН. Существуют устройства, фиксирующие давление в лёгочной артерии (CardioMEMS), правом желудочке (Chronicle ИМ) или левом предсердии (The HeartPOD), оценивающие сердечный ритм и проводимость, биоимпеданс лёгочной ткани, а также другие маркёры ухудшения [9, 10]. Тем не менее результаты исследований и данные метаанализа демонстрируют недостаточную эффективность либо её отсутствие в отношении их применения у пациентов с ХСН. Это связано с отсутствием единого протокола дистанционного наблюдения, разнообразием методов и параметров оценки. Однако отчётливо видна польза устройств, оценивающих показатели гемодинамики, особенно давление в лёгочной артерии — известный и зарекомендовавший себя маркёр ухудшения [11]. Вместе с тем инвазивные методы требуют оперативного вмешательства, являются источником инфекции, имеют ограниченный источник питания и высокую стоимость. Данные устройства устанавливаются преимущественно пациентам с высоким риском, за которыми требуется тщательное наблюдение, и не подходят для массового применения [12].

С другой стороны, существует большое разнообразие неинвазивных устройств и методов для наблюдения и ведения. К самым простым относят приборы, оценивающие несколько параметров (весы, тонометр, пульсоксиметр, «умные часы», фитнес-трекеры). Среди более сложных методов наблюдения выделяют телефонный звонок и использование различного программного обеспечения. Они позволяют: получать и обрабатывать субъективные и объективные данные о пациентах; обмениваться информацией с другими приборами; поддерживать обратную связь; осуществлять обучение, реабилитацию и коррекцию образа жизни. Количество альтернативных способов

наблюдения растёт, что повышает доступность и снижает стоимость, а накопленный опыт свидетельствует об эффективности такого подхода [12].

## РАЗВИТИЕ НЕИНВАЗИВНОГО ДИСТАНЦИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ

M.W. Rich и соавт. [13] продемонстрировали эффективность мультидисциплинарного ведения (МДВ) пациентов  $\geq 70$  лет, включающего в себя обучение, консультации с социальной службой и кардиологом–гериатром, дополнительные контакты и телефонные звонки. Данный подход снижает общее число повторных госпитализаций, в частности из-за декомпенсации ХСН, улучшает качество жизни и позволяет экономить 460 долларов на пациента.

G.C. Fonarow и соавт. [14] провели исследование среди пациентов с ХСН III–IV функционального класса (ФК) по классификации Нью-Йоркской кардиологической ассоциации (НУНА) и кандидатов на трансплантацию и подтвердили пользу МДВ. Обучение пациента и его семьи, дополнительные визиты и телефонные звонки улучшили функциональное состояние, снизили число повторных госпитализаций и сэкономили 9 тыс. 800 долларов на пациента. С.M.J. Cline и соавт. [15] с помощью обучения и дистанционного наблюдения медсестрой увеличили время до повторной госпитализации, но различий в выживаемости не было.

В 1999 году проведено первое исследование без очных визитов PHARM (Pharmacist in heart failure assessment recommendation and monitoring study) с участием пациентов с ФВ  $< 45\%$ . Основная группа находилась под наблюдением клинического фармаколога с использованием телефонных звонков. Проводили оценку состояния, информирование пациента, обучение, консультации с лечащим врачом и коррекцию терапии. Смертность от всех причин и число событий, связанных с ХСН, оказались значительно ниже и пациенты были ближе к целевой дозе иАПФ при одинаковой частоте назначения [16].

Количество публикаций увеличивалось, а критерии включения расширялись. Так, в 2004 году F.A. McAlister и соавт. [17] опубликовали крупный систематический обзор из 29 исследований с участием 5 039 пациентов, который показал, что только МДВ снижает общее количество повторных госпитализаций, в частности из-за декомпенсации ХСН, и смертность. Программы для улучшения самообслуживания не оказали влияния на смертность, а подходы, включающие телефонные звонки с рекомендацией обратиться к врачу при ухудшении, снизили только частоту госпитализаций из-за декомпенсации, но не повлияли на госпитализации по всем причинам и смертность. В 2005 году проведено знаковое рандомизированное клиническое испытание TEN-HMS (The trans-european network-home-care management system study), продемонстрировавшее возможность телемониторинга (ТМ). Пациентов с ФВ  $< 40\%$  после эпизода декомпенсации и на диуретической терапии разделили на 3 группы в зависимости от способа наблюдения. В 1-й группе проводили ТМ — с помощью специальных приборов собирали и передавали на сервер данные о состоянии пациента [масса тела, показатели артериального давления (АД), частота сердечных сокращений (ЧСС), сердечный ритм]. Во 2-й группе за пациентами наблюдали обученные медсестры с помощью телефонных звонков. В 3-й группе проводили стандартное наблюдение. Результаты показали отсутствие различий в частоте наступления смерти и числе госпитализаций в палату интенсивной терапии, однако в 1-й и 2-й группах смертность через год оказалась ниже, чем в 3-й группе [18]. В 2007 году опубликованы результаты первого российского многоцентрового исследования «ШАНС», в котором оценивали обучение с последующим наблюдением (запланированные телефонные звонки и 3 очных визита) в течение 12 мес. Отмечено снижение смертности от всех причин и числа повторных госпитализаций из-за декомпенсации ХСН, увеличение дистанции, преодолеваемой пациентом в ходе 6-минутного теста (6МТ), уменьшение потребности в диуретической терапии и повышение качества жизни. Такая тактика привела к снижению относительного риска смерти на 37% [19].

Накопленный опыт даёт понимание того, что именно МДВ вносит основной вклад в повышение эффективности дистанционного наблюдения за состоянием здоровья пациентов с ХСН. Однако такой подход можно реализовать только при участии подготовленных специалистов, он оказывает дополнительную нагрузку на персонал, требует значительных затрат на обучение и оплату труда. Во всём мире наблюдается нехватка медицинского персонала, поэтому врачи тратят значительную часть рабочего и вне рабочего времени на просмотр и анализ данных [20]. Известно, что использование вне рабочего времени значительно повышает частоту «выгорания» [21]. Также нельзя забывать о проблеме наблюдения за пациентами в удалённых от крупных населённых пунктов районах и странах с низким доходом населения [22]. Именно поэтому всё больше внимания уделяют новым методам в надежде найти эффективные способы ведения пациентов с целью уменьшения личного участия медицинского персонала и снижения финансовых затрат на фоне растущей нагрузки.

Тем не менее исследования не дали однозначного ответа. Данные метаанализа, включающего 20 рандомизированных клинических испытаний (6 258 пациентов) и 12 когортных исследований (2 354 пациента) с 2000 по 2008 год, показали эффективность дистанционного наблюдения в снижении смертности и числа повторных госпитализаций [23], однако частично в него включены исследования по применению МДВ [17]. Последующие работы не смогли оправдать надежды. Так, S.I. Chaudhry и соавт. [24] оценивали эффективность дистанционного наблюдения с помощью телефонных звонков с целью сбора информации о жалобах и массе тела, а также последующей консультации с врачом. Данный подход не влиял на: частоту повторных госпитализаций, в частности по причине декомпенсации ХСН; количество дней в стационаре; смертность от всех причин. В рамках исследования TIM-HF (Telemedical interventional monitoring in heart failure) осуществляли ТМ с помощью домашних устройств для регистрации ЭКГ, АД и массы тела, подключённых по протоколу Bluetooth к цифровому помощнику, отправляющему информацию в телемедицинские центры. Такой подход не повлиял на смертность от всех причин и ЧСС, а также число госпитализаций из-за декомпенсации ХСН [25]. P. Lyngå и соавт. [26] оценивали эффективность ТМ на основе анализа динамики массы тела пациентов в двух группах. В 1-й группе показатели передавали в клинику с помощью электронных весов, пациенты 2-й группы контролировали массу тела самостоятельно. Результаты исследования показали отсутствие различий между числом повторных госпитализаций и смертностью в группах. В многоцентровом рандомизированном контролируемом исследовании TЕНAF (Telemonitoring in heart failure) применяли устройство с дисплеем и 4-мя клавишами. Собирали данные об АД и ЧСС и проводили опрос с помощью предустановленных вопросов. Ответы вводились с помощью клавиш, передавались на сервер и отображались на рабочем столе медсестры. При обнаружении отклонений проводили консультацию. Не выявлено различий в числе госпитализаций и смертности, что связано с малой выборкой и тщательно отобранными группами. Однако сократилось количество контактов с медсестрой [27]. Были и многообещающие результаты. В исследовании ТЕМА-HF (The telemonitoring in the management of heart failure study) оценивали эффективность мониторинга АД, ЧСС, массы тела с помощью электронных устройств, связанных по Bluetooth с телефоном для передачи данных. При отклонении параметров врач получал уведомление и определял дальнейшую тактику. Результаты показали снижение смертности от всех причин, уменьшение дней, потерянных из-за госпитализации, диализа или смерти и тенденцию к сокращению числа повторных госпитализаций из-за декомпенсации ХСН ( $p=0,06$ ) [28]. В 2015 году S.C. Inglis и соавт. [29] опубликовали систематический обзор, включающий оценку 41 исследования (25 — структурированные телефонные звонки, 18 — неинвазивный ТМ), согласно которому дистанционные технологии способны снижать смертность от всех причин и частоту повторных госпитализаций по поводу декомпенсации ХСН, а также улучшать качество жизни, самообслуживание и информированность о заболевании. Большинство пациентов, даже пожилых, легко осваивали технологии и демонстрировали высокую удовлетворённость. Отмечали отсутствие единой структуры, гетерогенность исследований и влияние на частоту смертности от всех причин и повторных госпитализаций из-за декомпенсации ХСН. Рост популярности, количества исследований и демонстрация эффективности дистанционного наблюдения привели к созданию в 2016 году документа, отражавшего позицию Европейского общества кардиологов [30]. Он стал большим шагом в развитии, подчеркнул важность и эффективность направления, уделит внимание актуальным проблемам, способам решения и описал дальнейший план развития. Среди проблем отмечали: недостаточную осведомлённость о решениях электронного здравоохранения и недоверие к ним; небольшое количество доказательств рентабельности; отсутствие правовой ясности в отношении мобильных приложений для охраны здоровья и прозрачности использования данных, включая те, что хранятся за границей; региональные, социальные и экономические различия в доступности технологий [30]. Однако результаты исследования BEAT-HF (The better effectiveness after transition—heart failure) вновь не оправдали ожиданий. Проводили наблюдение с помощью телефонных звонков с обучением и ТМ. Для ТМ использовали оборудование, регистрирующее АД, ЧСС, симптомы и массу тела, а обученные медсестры осуществляли мониторинг, протоколировали действия и выполняли телефонные звонки. Группы не имели различий по частоте повторных госпитализаций и смертности по любым причинам, но качество жизни оказалось лучше [31]. В 2017 году А.А. Гребенникова и соавт. [32] определили возможность повышения способности пациентов к самопомощи при использовании дистанционного наблюдения на базе мобильного приложения. Результаты исследования продемонстрировали снижение среднего балла в соответствии с российской версией Европейской шкалы оценки способности к самопомощи пациентов с ХСН, что говорило о достоверном повышении способности к самопомощи. Согласно данным исследования TIM-HF2 (The telemedical interventional management in heart failure II), использование дистанционного наблюдения у пациентов с ХСН II–III ФК NYHA и

ФВ  $\leq 45\%$  (или  $>45\%$  в комбинации с использованием пероральных диуретиков), госпитализированных по поводу её декомпенсации за последние 12 мес., снизило процент потерянных дней из-за госпитализаций по поводу декомпенсации ССЗ и смертность от всех причин, однако не выявлено различий в показателях смертности от ССЗ между группами [33]. Ю.В. Мареев и соавт. [34] провели анализ клинических исследований по применению телеметрии при ХСН и получили противоречивые результаты, связанные с низкой приверженностью к технологиям без прямого контакта с медицинским персоналом, использованием показателей с недостаточной чувствительностью и включением в ряд работ стабильных пациентов, не требующих ТМ.

Метаанализ рандомизированных контролируемых исследований с участием 10 981 пациента с 1999 по 2018 год, проведенный Y. Zhu и соавт. [35], позволяет утверждать, что дистанционное наблюдение снижает число повторных госпитализаций по всем причинам, в частности по поводу декомпенсации ССЗ, смертность от всех причин и ССЗ, а также продолжительность пребывания в стационаре, но не влияет на смертность от ХСН. В данном метаанализе отмечена гетерогенность исследований, а работы, в которых анализировали необходимость применения МДВ, в очередной раз доказали свою эффективность, однако в него не вошли результаты, полученные в ходе исследования ТМ-HF2. Более подробная информация представлена в Приложении 1.

Несмотря на количество исследований, модель мало изменилась и сводится к использованию телефонных звонков, видеозвонков и/или домашних приборов с автоматической отправкой данных о состоянии пациента. Значительную роль сыграла пандемия COVID-19, которая сопровождалась активным развитием технологий дистанционного наблюдения. Оказалось, многие задачи и целые направления можно эффективно и безопасно дополнить, а также частично или полностью заменить. Помимо улучшения ТМ, появились виртуальные визиты, предварительная сортировка на пути в приёмное отделение, внутригоспитальная телемедицина, телереабилитация, психологическая поддержка [36]. Систематический обзор исследований по неинвазивному и инвазивному ТМ в период с 2010 по 2020 год, проведенный С.Н. Насоновой и соавт. [37], показал, что нельзя дать однозначный ответ на вопрос об эффективности дистанционного наблюдения из-за гетерогенности исследований и невозможности прямого сравнения, что подчеркнуло необходимость стандартизации. Тем не менее неинвазивный ТМ в 2021 году включили в клинические рекомендации Европейского общества кардиологов (класс рекомендаций IIb, уровень доказательности B) [1]. Однако продолжают появляться новые методы исследования и результаты.

## СОВРЕМЕННАЯ МОДЕЛЬ НЕИНВАЗИВНОГО ТЕЛЕМОНИТОРИНГА

Современный неинвазивный ТМ включает в себя: сбор данных и обратную связь; серверную часть для хранения и обработки данных; интерфейс на стороне медицинского работника для просмотра и анализа сведений о состоянии здоровья пациента (рис. 1) [10].

Внимания заслуживает также взаимодействие с пациентом. Его важность описывает проблема «последней мили». Она встречается во многих сферах и описывает насколько успех всей системы зависит от этого звена: реализация взаимодействия, метод сбора данных и их вид, удобство для пациента в качестве пользователя. Независимо от сложности и ценности системы, пациент откажется от неё, если услуга окажется дорогостоящей, решение громоздким, использование сложным и с избыточным вторжением в личную жизнь. Актуальным остаётся поиск эффективного, удобного, безопасного и дешёвого решения проблемы.

Одним из вариантов является приложение, которое даёт широкие возможности, ограничено только поставленной целью и фантазией разработчиков. WEB-приложения, мобильные приложения в виде персонального помощника с обратной связью, телеконсультации, сбор данных с помощью опросников и домашних устройств, в том числе российских программ<sup>1</sup>, обучение, реабилитация и другие функции уже доступны пациентам. Опубликованные работы показали хорошую приверженность и удовлетворённость пациентов, улучшение способности пациентов к самопомощи, снижение числа повторных госпитализаций по поводу декомпенсации ХСН и смертности от всех причин [38-40].

Отдельно стоит выделить игровую модель. Её активно тестируют как инструмент обучения пациентов, изменения поведения, повышения качества жизни, мотивации и улучшения качества самопомощи. Среди ограничений стоит выделить индивидуальные предпочтения, неравную доступность и компьютерную грамотность. Модель должна отражать реальные жизненные дилеммы, с которыми пациенты сталкиваются в процессе самопомощи. Также необходимо

<sup>1</sup> Зингерман Б.В., Демкина А.Е., Фистул И.А., Бородин Р.А. [программа для ЭВМ № 2021613872] Medsender.Cardio: система дистанционного мониторинга пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями на основе настраиваемых сценариев, 2021

тщательное планирование методов с вознаграждением пациентов, чтобы избежать непредвиденных последствий [41, 42].

Удобными остаются опросники и неинвазивные устройства, подключенные к приложению или телемедицинскому хабу. Одно из главных исследований HERMeS (Study of heart failure events reduction with remote monitoring and eHealth support) показало, что приложение с функциями обратной видеосвязи, мониторинга АД, массы тела и ответов на опросники снижает частоту смертности от ССЗ и декомпенсаций ХСН на 50 и 64% соответственно, а также уменьшает количество повторных госпитализаций по всем причинам, обращений в медицинские учреждения, смертность от всех причин и ХСН. Особенно у пациентов в «уязвимой фазе» в первые 6 мес. после выписки из стационара по поводу декомпенсации [43].

Набирают популярность и голосовые ассистенты. Альтернатива приложению, с которым не всегда справляются люди пожилого возраста, применение опросников для сбора субъективной и объективной информации в форме общения также заинтересовали исследователей. Продемонстрирована высокая удовлетворённость, но сильная вариабельность ответов и отсутствие связи между тяжестью симптомов и риском повторных госпитализаций подчёркивают необходимость персонализированного подхода, чтобы обеспечить точность получаемых данных и раскрыть все преимущества [44].

Широкую распространённость получили чат-боты — мини-программы на базе мессенджеров, управляемые текстовыми командами по принципу «вопрос-ответ», подходящие для проведения опросов. Отмечено повышение показателей качества жизни и снижение количества обращений за медицинской помощью при использовании данных методов. Недостатками исследований являются большое разнообразие опросников, малые выборки и короткий период наблюдения [45].

Учитывая значительные экономические и социальные различия, актуальность сохраняют проверенные и недорогие методы. Например, ежемесячные и внеплановые СМС-контакты показали повышение показателей качества жизни, более высокие баллы в опросниках по оказанию самопомощи и приверженности к лечению [46]. А с использованием Канзасского опросника для пациентов с кардиомиопатией (КССQ), заполняемого онлайн или отправляемого по электронной почте, исследователям удалось выявлять симптомы ХСН после инфаркта миокарда и определять группу пациентов высокого риска. Среди наиболее важных показателей были нарушение ходьбы, отёки ног и прогрессирование симптомов [47].

Развитие и большое распространение также получили различные гаджеты. Например, датчик для регистрации ЭКГ с акселерометром, определением импеданса и температуры кожи позволял своевременно обнаруживать и с высокой чувствительностью (сравнимой с имплантированными устройствами) прогнозировать ухудшения состояния пациентов [48]. Дистанционное наблюдение за пациентами с ХСН в сельской местности с помощью тонометра и российского устройства КаРе 1.0 для регистрации ЭКГ привело к снижению числа обращений за экстренной медицинской помощью и повторных госпитализаций [49]. Применение тонометра INME-01 позволило сократить число госпитализаций с тенденцией к снижению смертности от ССЗ [50]. Перспективной выглядит оценка жидкости в лёгких. Устройства для определения импеданса и диэлектрических свойств продемонстрировали высокую эффективность, сравнимую или превосходящую другие предикторы (например, N-концевой пропептид натрийуретического гормона (NT-proBNP), масса тела, рентгенография, ФК NYHA, данные аускультации, отёки, давление в яремной вене). Сократилась продолжительность госпитализации, снизились число повторных госпитализаций и общая смертность, а также из-за декомпенсации ХСН [51–53]. Устройства только проходят испытания, но со временем станут доступны пациентам, а безопасность и относительная простота использования будут их преимуществом.

Другой метод прогнозирования декомпенсации основан на оценке накопления жидкости в лёгких, гортани, голосовых складках и изменения тембра голоса и дыхания. Пилотное исследование показало, что голос в состоянии эволемии обладает чистотой, имеет более стабильное произношение, быстрый темп речи с более длинными фразами, чем при декомпенсации, а коэффициент пауз на 14,9% выше при острой сердечной недостаточности независимо от пола, возраста и ФВ, сохранялся у пациентов с низкой выраженностью отёков и одышки, что может быть полезным маркёром ухудшения состояния, особенно при отсутствии типичных клинических признаков. Также показана прямая корреляция с уровнем NT-proBNP [54, 55].

Быстрое развитие телемедицинской реабилитации сопровождается использованием мультимедийного контента, ТМ активности и состояния пациентов с помощью домашних приборов и «умных часов», мотивирующих и подбадривающих сообщений, а также отчётов о проделанной работе, которые высоко оцениваются пациентами по шкалам удобства, принятия, удовлетворённости, что способствует повышению физической активности. Среди недостатков выделяют отсутствие персонализации по индивидуальным целям, физической активности

и окружающим условиям. Те, кто изначально был ниже по функциональным возможностям и имел меньше опыта, чаще положительно относились к вмешательству [56, 57]. Однако результаты исследования TELEREN-HF (The telerehabilitation in heart failure patients) не показали различий в смертности и количестве повторных госпитализаций при использовании инвазивного ТМ [58]. Изучение эффективности дистанционного наблюдения с помощью различных методов продолжаются [59].

Новым направлением является внутрибольничный ТМ. Данные показывают, что он не влияет на качество лечения. Только 1 из 9 пациентов выписывают с назначением оптимальной медикаментозной терапии. Необходимы дальнейшая доработка и усовершенствование оповещений, а также дополнительная мотивация врачей [60]. Более подробная информация представлена в Приложении 2.

Несмотря на многообразие технологий ТМ, только 20% из них соответствуют требованиям регуляторов и проводят клинические исследования [61]. Однако с уверенностью можно говорить об активном развитии данного направления и о приобретении им большой значимости в отношении ведения пациентов, что подтверждается актуальными клиническими рекомендациями.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Неинвазивное дистанционное наблюдение — быстроразвивающееся и перспективное направление, которое берёт своё начало с применения МДВ и доходит до минимального участия медицинских работников. Автоматизация сбора данных и программные методы взаимодействия изначально не оказались эффективными из-за актуальных на сегодняшний день проблем. Однако постепенно формируется единая модель и продолжается поиск эффективных, безопасных и удобных методов. Появление стандартных протоколов дистанционного наблюдения за состоянием здоровья пациентов с ХСН, персонализированный подход, учитывающий все доступные решения на основе характеристик пациента и его предпочтений, приведут к значительному повышению эффективности.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Приложение 1.** Основные исследования по неинвазивному дистанционному наблюдению у пациентов с хронической сердечной недостаточностью. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD633033-4221677>

**Приложение 2.** Современные направления неинвазивного дистанционного наблюдения пациентов с хронической сердечной недостаточностью. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD633033-4221678>

**Источник финансирования.** Публикация настоящей работы поддержана Инновационной научной школой Сеченовского Университета.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: А.В. Емельянов — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи, оформление иллюстраций; М.В. Кожевникова — концептуализация, методология, руководство, написание текста и редактирование статьи, финансирование проекта; Е.А. Железных — руководство, написание текста и редактирование статьи; А.Л. Панова — обзор литературы, сбор литературных источников, подготовка и написание текста статьи; Е.В. Привалова — обзор литературы, написание текста и редактирование статьи; Ю.Н. Беленков — концептуализация, методология, финансирование проекта.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Supplement 1.** The most valuable studies in non-invasive remote monitoring in patient with heart failure. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD633033-4221677>

**Supplement 2.** The modern directions of non-invasive remote monitoring in patient with heart failure. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD633033-4221678>

**Funding source.** This research was funded by Sechenov University Innovative Scientific School.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication). The greatest contribution is distributed as

follows: A.V. Emelianov — literature review, collection and analysis of literary sources, writing the text and editing the article, organization of the figures; M.V. Kozhevnikova — conceptualization, methodology, guidance, writing the text and editing the article, funding acquisition; E.A. Zheleznykh — guidance, writing the text and editing the article; A.L. Panova — literature review, collection of literary sources, preparation and writing of the text of the article; E.V. Privalova — literature review, writing the text and editing the article; Y.N. Belenkov — conceptualization, methodology, funding acquisition.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. McDonagh T.A., Metra M., Adamo M., et al.; ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure // *Eur Heart J.* 2021. Vol. 42, N 36. P. 3599–3726. doi: 10.1093/eurheartj/ehab368
2. Поляков Д.С., Фомин И.В., Беленков Ю.Н., и др. Хроническая сердечная недостаточность в Российской Федерации: что изменилось за 20 лет наблюдения? Результаты исследования ЭПОХА-ХСН // *Кардиология.* 2021. Т. 61, № 4. С. 4–14. EDN: WSNFS doi: 10.18087/cardio.2021.4.n1628
3. Tromp J., Ouwerkerk W., van Veldhuisen D.J., et al. A Systematic review and network meta-analysis of pharmacological treatment of heart failure with reduced ejection fraction // *JACC Heart Fail.* 2022. Vol. 10, N 2. P. 73–84. doi: 10.1016/j.jchf.2021.09.004
4. Шляхто Е.В., Беленков Ю.Н., Бойцов С.А., и др. Проспективное наблюдательное многоцентровое регистровое исследование пациентов с хронической сердечной недостаточностью в Российской Федерации (ПРИОРИТЕТ-ХСН): обоснование, цели и дизайн исследования // *Российский кардиологический журнал.* 2023. Т. 28. № 6. С. 7–14. EDN: LKSHVP doi: 10.15829/1560-4071-2023-5456
5. Maddox T.M., Januzzi J.L., Jr, Allen L.A., et al. 2024 ACC Expert consensus decision pathway for treatment of heart failure with reduced ejection fraction: a report of the American College of Cardiology solution set oversight committee // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2024. Vol. 83, N 15. P. 1444–1488. doi: 10.1016/j.jacc.2023.12.024
6. Ruppert T.M., Cooper P.S., Mehr D.R., et al. Medication adherence interventions improve heart failure mortality and readmission rates: systematic review and meta-analysis of controlled trials // *J. Am. Heart Assoc.* 2016. Vol. 5, N 6. P. e002606. doi: 10.1161/JAHA.115.002606
7. Wu J.R., Moser D.K. Medication adherence mediates the relationship between heart failure symptoms and cardiac event-free survival in patients with heart failure // *J. Cardiovasc. Nurs.* 2018. Vol. 33, N 1. P. 40–46. doi: 10.1097/JCN.0000000000000427
8. Shah D., Simms K., Barksdale D., Wu J. Improving medication adherence of patients with chronic heart failure: challenges and solutions // *Res. Rep. Clin. Cardiol.* 2015. Vol. 6. P. 87–95. doi: 10.2147/RRCC.S50658
9. Adamson P.B. Pathophysiology of the transition from chronic compensated and acute decompensated heart failure: new insights from continuous monitoring devices // *Curr. Heart Fail. Rep.* 2009. Vol. 6, N 4. P. 287–292. doi: 10.1007/s11897-009-0039-z
10. Stevenson L.W., Ross H.J., Rathman L.D., Boehmer J.P. Remote Monitoring for Heart Failure Management at Home // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2023. Vol. 81, N 23. P. 2272–2291. doi: 10.1016/j.jacc.2023.04.010
11. Lindenfeld J., Costanzo M.R., Zile M.R., et al.; GUIDE-HF, CHAMPION, LAPTOP-HF Investigators. Implantable hemodynamic monitors improve survival in patients with heart failure and reduced ejection fraction // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2024. Vol. 83, N 6. P. 682–694. doi: 10.1016/j.jacc.2023.11.030
12. Scholte N.T.B., Gürgöze M.T., Aydin D., et al. Telemonitoring for heart failure: a meta-analysis // *Eur. Heart J.* 2023. Vol. 44, N 31. P. 2911–2926. doi: 10.1093/eurheartj/ehad280
13. Rich M.W., Beckham V., Wittenberg C., et al. A multidisciplinary intervention to prevent the readmission of elderly patients with congestive heart failure // *N. Engl. J. Med.* 1995. Vol. 333, N 18. P. 1190–1195. doi: 10.1056/NEJM199511023331806

14. Fonarow G.C., Stevenson L.W., Walden J.A., et al. Impact of a comprehensive heart failure management program on hospital readmission and functional status of patients with advanced heart failure // *J. Am. Coll. Cardiol.* 1997. Vol. 30, N 3. P. 725–732. doi: 10.1016/s0735-1097(97)00208-8
15. Cline C.M., Israelsson B.Y., Willenheimer R.B., et al. Cost effective management programme for heart failure reduces hospitalisation // *Heart.* 1998. Vol. 80, N 5. P. 442–446. doi: 10.1136/hrt.80.5.442
16. Gattis W.A., Hasselblad V., Whellan D.J., O'Connor C.M. Reduction in heart failure events by the addition of a clinical pharmacist to the heart failure management team: results of the pharmacist in heart failure assessment recommendation and monitoring (PHARM) Study // *Arch. Intern. Med.* 1999. Vol. 159, N 16. P. 1939–1945. doi: 10.1001/archinte.159.16.1939
17. McAlister F.A., Stewart S., Ferrua S., McMurray J.J. Multidisciplinary strategies for the management of heart failure patients at high risk for admission // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004. Vol. 44, N 4. P. 810–819. doi: 10.1016/j.jacc.2004.05.055
18. Cleland J.G., Louis A.A., Rigby A.S., et al.; TEN-HMS Investigators. Noninvasive home telemonitoring for patients with heart failure at high risk of recurrent admission and death // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005. Vol. 45, N 10. P. 1654–1664. doi: 10.1016/j.jacc.2005.01.050
19. Беленков Ю.Н. Влияние специализированных форм активного амбулаторного ведения на функциональный статус, качество жизни и показатели гемодинамики больных с выраженной сердечной недостаточностью. Результаты Российской программы «ШАНС» // *Журнал сердечная недостаточность.* 2007. Т. 8, № 3. С. 112–116. EDN: ODSNQP
20. Rotenstein L.S., Holmgren A.J., Downing N. L., Bates D.W. Differences in total and after-hours electronic health record time across ambulatory specialties // *JAMA Intern. Med.* 2021. Vol. 181, N 6. P. 863–865. doi: 10.1001/jamainternmed.2021.0256
21. Adler-Milstein J., Zhao W., Willard-Grace R., et al. Electronic health records and burnout: time spent on the electronic health record after hours and message volume associated with exhaustion but not with cynicism among primary care clinicians // *J. Am. Med. Inform. Assoc.* 2020. Vol. 27, N 4. P. 531–538. doi: 10.1093/jamia/ocz220
22. Azizi Z., Broadwin C., Islam S., et al. Digital health interventions for heart failure management in underserved rural areas of the united states: a systematic review of randomized trials // *J. Am. Heart Assoc.* 2024. Vol. 13, N 2. P. e030956. doi: 10.1161/JAHA.123.030956
23. Klersy C., De Silvestri A., Gabutti G., et al. A meta-analysis of remote monitoring of heart failure patients // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2009. Vol. 54, N 18. P. 1683–1694. doi: 10.1016/j.jacc.2009.08.017
24. Chaudhry S.I., Mattera J.A., Curtis J.P., et al. Telemonitoring in Patients with Heart Failure // *N. Engl. J. Med.* 2010. Vol. 363, N 24. P. 2301–2309. doi: 10.1056/NEJMoa1010029
25. Koehler F., Winkler S., Schieber M., et al.; TIM-HF Investigators. Impact of remote telemedical management on mortality and hospitalizations in ambulatory patients with chronic heart failure: the telemedical interventional monitoring in heart failure study // *Circulation.* 2011. Vol. 123, N 17. P. 1873–1880. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.018473
26. Lyngå P., Persson H., Hägg-Martinell A., et al. Weight monitoring in patients with severe heart failure (WISH). A randomized controlled trial // *Eur. J. Heart Fail.* 2012. Vol. 14, N 4. P. 438–444. doi: 10.1093/eurjhf/hfs023
27. Boyne J.J., Vrijhoef H.J., Crijns H.J., et al.; TEHAF investigators. Tailored telemonitoring in patients with heart failure: results of a multicentre randomized controlled trial // *Eur. J. Heart Fail.* 2012. Vol. 14, N 7. P. 791–801. doi: 10.1093/eurjhf/hfs058
28. Dendal P., De Keulenaer G., Troisfontaines P., et al. Effect of a telemonitoring-facilitated collaboration between general practitioner and heart failure clinic on mortality and rehospitalization rates in severe heart failure: the TEMA-HF 1 (Telemonitoring in the MAnagement of Heart Failure) study // *Eur. J. Heart Fail.* 2012. Vol. 14, N 3. P. 333–340. doi: 10.1093/eurjhf/hfr144
29. Inglis S.C., Clark R.A., Dierckx R., et al. Structured telephone support or non-invasive telemonitoring for patients with heart failure // *Cochrane Database Syst. Rev.* 2015. Vol. 2015, N 10. P. CD007228. doi: 10.1002/14651858.CD007228.pub3
30. Cowie M.R., Bax J., Bruining N., et al. e-Health: a position statement of the European Society of Cardiology // *Eur. Heart J.* 2016. Vol. 37, N 1. P. 63–66. doi: 10.1093/eurheartj/ehv416

31. Ong M.K., Romano P.S., Edgington S., et al. Effectiveness of remote patient monitoring after discharge of hospitalized patients with heart failure: the better effectiveness after transition–heart Failure (BEAT-HF) Randomized Clinical Trial // *JAMA Intern. Med.* 2016. Vol. 176, N 3. P. 310–318. doi: 10.1001/jamainternmed.2015.7712
32. Гребенникова А.А., Столяров А.Ю., Лопатин Ю.М. Применение платформы удалённого мониторинга на базе мобильного приложения для повышения приверженности к самопомощи пациентов с хронической сердечной недостаточностью // *Кардиология.* 2017. Т. 57, № 4S. С. 11–18. EDN: YKUOWF doi: 10.18087/cardio.2413
33. Koehler F., Koehler K., Deckwart O., et al. Efficacy of telemedical interventional management in patients with heart failure (TIM-HF2): a randomised, controlled, parallel-group, unmasked trial // *The Lancet.* 2018. Vol. 392, N 10152. P. 1047–1057. doi: 10.1016/S0140-6736(18)31880-4
34. Мареев Ю.В., Зинченко А.О., Мясников Р.П., и др. Применение телеметрии у больных с хронической сердечной недостаточностью // *Кардиология.* 2019. Т. 59, № 9S. С. 4–15. EDN: ISWIAY doi: 10.18087/cardio.n530
35. Zhu Y., Gu X., Xu C. Effectiveness of telemedicine systems for adults with heart failure: a meta-analysis of randomized controlled trials // *Heart Fail. Rev.* 2020. Vol. 25, N 2. P. 231–243. doi: 10.1007/s10741-019-09801-5
36. Tersalvi G., Winterton D., Cioffi G.M., et al. Telemedicine in heart failure during COVID-19: a step into the future // *Front. Cardiovasc. Med.* 2020. Vol. 7. P. 612818. doi: 10.3389/fcvm.2020.612818
37. Насонова С.Н., Лаптева А.Е., Жиров И.В., и др. Дистанционный мониторинг пациентов с сердечной недостаточностью в реальной клинической практике // *Кардиология.* 2021. Т. 61, № 8. С. 76–86. EDN: GRIBYY doi: 10.18087/cardio.2021.8.n1683
38. Yokota T., Fukushima A., Tsuchihashi-Makaya M., et al. The AppCare-HF randomized clinical trial: a feasibility study of a novel self-care support mobile app for individuals with chronic heart failure // *Eur. Heart J. - Digit. Health.* 2023. Vol. 4, N 4. P. 325–336. doi: 10.1093/ehjdh/ztad032
39. Rao V.N., Kaltenbach L.A., Granger B.B., et al. The Association of Digital Health Application use with heart failure care and outcomes: insights from CONNECT-HF // *J. Card. Fail.* 2022. Vol. 28, N 10. P. 1487–1496. doi: 10.1016/j.cardfail.2022.07.050
40. Агапов В.В., Кудряшов Ю.Ю., Грайфер И.В., Самитин В.В. Разработка и внедрение системы телемониторинга хронической сердечной недостаточности: опыт одного центра // *Кардиология.* 2022. Т. 62, № 5. С. 45–52. EDN: BHAITY doi: 10.18087/cardio.2022.5.n1825
41. Radhakrishnan K., Julien C., O'Hair M., et al. Sensor-controlled digital game for heart failure self-management: protocol for a randomized controlled trial // *JMIR Res. Protoc.* 2023. Vol. 12. P. e45801. doi: 10.2196/45801
42. Lukey A., Mackay M., Hasan K., Rush K.L. Clinical perspectives on the development of a gamified heart failure patient education web site // *CIN Comput. Inform. Nurs.* 2023. Vol. 41, N 8. P. 615–620. doi: 10.1097/CIN.0000000000000983
43. Yun S., Enjuanes C., Cobo M. et al. Effect on cardiovascular mortality and worsening heart failure of mHealth solutions combining telemonitoring and teleintervention: results of the HERMeS multicentre, randomised, controlled trial. In: *Heart Failure; 2023 May 20–23; Prague.* Unpublished.
44. Shara N., Bjarnadottir M.V., Falah N., et al. Voice activated remote monitoring technology for heart failure patients: Study design, feasibility and observations from a pilot randomized control trial // *PLOS ONE.* 2022. Vol. 17, N 5. P. e0267794. doi: 10.1371/journal.pone.0267794
45. Емельянов А.В., Железных Е.А., Кожевникова М.В., и др. Качество жизни и приверженность лечению у пациентов с хронической сердечной недостаточностью, находящихся на удалённом наблюдении с помощью чат-бота, по сравнению с группой стандартного наблюдения в течение 3 месяцев // *Digital Diagnostics.* 2023. Т. 4, № 1S. С. 53–56. EDN: PPGJTP doi: 10.17816/DD430343
46. Пырикова Н.В., Мозгунов Н.А., Осипова И.В. Результаты пилотного дистанционного мониторинга пациентов с хронической сердечной недостаточностью // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2022. Т. 21, № 6. С. 42–51. EDN: ROTHNY doi: 10.15829/1728-8800-2022-3151

47. Wohlfahrt P., Jenča D., Melenovský V., et al. Remote heart failure symptoms assessment after myocardial infarction identifies patients at risk for death // *J. Am. Heart Assoc.* 2024. Vol. 13, N 2. P. e032505. doi: 10.1161/JAHA.123.032505
48. Stehlik J., Schmalfluss C., Bozkurt B., et al. Continuous wearable monitoring analytics predict heart failure hospitalization: the LINK-HF multicenter study // *Circ. Heart Fail.* 2020. Vol. 13, N 3. P. e006513. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.119.006513
49. Потапов А.П., Ярцев С.Е., Лагутова Е.А. Дистанционное наблюдение за пациентами с хронической сердечной недостаточностью с применением телемониторинга АД и ЭКГ // *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения.* 2021. Т. 7, № 3. С. 42–51. EDN: OFOTQN doi: 10.29188/2712-9217-2021-7-3-42-51
50. Гаранин А.А., Муллова И.С., Шкаева О.В., и др. Амбулаторный дистанционный мониторинг пациентов, выписанных из отделения неотложной кардиологии // *Российский кардиологический журнал.* 2022. Т. 27, № 3S. С. 8–15. EDN: BIROPJ doi: 10.15829/1560-4071-2022-5072
51. Kleiner Shochat M., Fudim M., Shotan A., et al. Prediction of readmissions and mortality in patients with heart failure: lessons from the IMPEDANCE-HF extended trial // *ESC Heart Fail.* 2018. Vol. 5, N 5. P. 788–799. doi: 10.1002/ehf2.12330
52. Abraham W.T., Anker S., Burkhoff D., et al. Primary results of the sensible medical innovations lung fluid status monitor allows reducing readmission rate of heart failure patients (smile) trial // *J. Card. Fail.* 2019. Vol. 25, N 11. P. 938. doi: 10.1016/j.cardfail.2019.11.007
53. Bensimhon D., Alali S.A., Curran L., et al. The use of the reds noninvasive lung fluid monitoring system to assess readiness for discharge in patients hospitalized with acute heart failure: A pilot study // *Heart Lung.* 2021. Vol. 50, N 1. P. 59–64. doi: 10.1016/j.hrtlng.2020.07.003
54. Murton O.M., Dec G.W., Hillman R.E., et al. Acoustic voice and speech biomarkers of treatment status during hospitalization for acute decompensated heart failure // *Appl. Sci.* 2023. Vol. 13, N 3. P. 1827. doi: 10.3390/app13031827
55. Schöbi D., Zhang Y.P., Kehl J., et al. Evaluation of speech and pause alterations in patients with acute and chronic heart failure // *J. Am. Heart Assoc.* 2022. Vol. 11, N 21. P. e027023. doi: 10.1161/JAHA.122.027023
56. Atluri N., Mishra S.R., Anderson T., et al. Acceptability of a text message-based mobile health intervention to promote physical activity in cardiac rehabilitation enrollees: a qualitative substudy of participant perspectives // *J. Am. Heart Assoc.* 2024. Vol. 13, N 2. P. e030807. doi: 10.1161/JAHA.123.030807
57. Rossetto F., Borgnis F., Isernia S., et al. System integrated digital empowering and telerehabilitation to promote patient activation and well-being in chronic disabilities: a usability and acceptability study // *Front. Public Health.* 2023. Vol. 11. P. 1154481. doi: 10.3389/fpubh.2023.1154481
58. Piotrowicz E., Pencina M.J., Opolski G., et al. Effects of a 9-week hybrid comprehensive telerehabilitation program on long-term outcomes in patients with heart failure: the telerehabilitation in heart failure patients (TELEREH-HF) randomized clinical trial // *JAMA Cardiol.* 2020. Vol. 5, N 3. P. 300–308. doi: 10.1001/jamacardio.2019.5006
59. Dinesen B., Hansen E.T., Refsgaard J., et al. «Future patient II» telerehabilitation for patients with heart failure: protocol for a randomized controlled trial // *Int. J. Cardiol. Cardiovasc. Risk Prev.* 2024. Vol. 20. P. 200239. doi: 10.1016/j.ijcrp.2024.200239
60. Ghazi L., Yamamoto Y., Fuery M., et al. Electronic health record alerts for management of heart failure with reduced ejection fraction in hospitalized patients: the PROMPT-AHF trial // *Eur. Heart J.* 2023. Vol. 44, N 40. P. 4233–4242. doi: 10.1093/eurheartj/ehad512
61. Day S., Shah V., Kaganoff S., et al. Assessing the clinical robustness of digital health startups: cross-sectional observational analysis // *J. Med. Internet Res.* 2022. Vol. 24, N 6. P. e37677. doi: 10.2196/37677

## REFERENCES

1. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al.; ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2021;42(36):3599–3726. doi: 10.1093/eurheartj/ehab368
2. Polyakov DS, Fomin IV, Belenkov YuN, et al. Chronic heart failure in the Russian Federation: what has changed over 20 years of follow-up? Results of the EPOCH-CHF study. *Kardiologiia*. 2021;61(4):4–14. EDN: WSNFS doi: 10.18087/cardio.2021.4.n1628
3. Tromp J, Ouwerkerk W, van Veldhuisen DJ, et al. A Systematic review and network meta-analysis of pharmacological treatment of heart failure with reduced ejection fraction // *JACC Heart Fail*. 2022;10(2):73–84. doi: 10.1016/j.jchf.2021.09.004
4. Shlyakhto EV, Belenkov YuN, Boytsov SA, et al. Prospective observational multicenter registry study of patients with heart failure in the Russian Federation (PRIORITET-CHF): rationale, objectives and design of the. *Russian Journal of Cardiology*. 2023;28(6):7–14. EDN: LKSHVP doi: 10.15829/1560-4071-2023-5456
5. Maddox TM, Januzzi JL, Jr, Allen LA, et al. 2024 ACC Expert consensus decision pathway for treatment of heart failure with reduced ejection fraction: a report of the American College of Cardiology solution set oversight committee. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2024;83(15):1444–1488. doi: 10.1016/j.jacc.2023.12.024
6. Ruppert TM, Cooper PS, Mehr DR, et al. Medication adherence interventions improve heart failure mortality and readmission rates: systematic review and meta-analysis of controlled trials. *J. Am. Heart Assoc*. 2016;5(6):e002606. doi: 10.1161/JAHA.115.002606
7. Wu JR, Moser DK. Medication adherence mediates the relationship between heart failure symptoms and cardiac event-free survival in patients with heart failure. *J. Cardiovasc. Nurs*. 2018;33(1):40–46. doi: 10.1097/JCN.0000000000000427
8. Shah D, Simms K, Barksdale D, Wu J. Improving medication adherence of patients with chronic heart failure: challenges and solutions. *Res. Rep. Clin. Cardiol*. 2015;6:87–95. doi: 10.2147/RRCC.S50658
9. Adamson PB. Pathophysiology of the transition from chronic compensated and acute decompensated heart failure: new insights from continuous monitoring devices. *Curr. Heart Fail. Rep*. 2009;6(4):287–292. doi: 10.1007/s11897-009-0039-z
10. Stevenson LW, Ross HJ, Rathman LD, Boehmer JP. Remote monitoring for heart failure management at home. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2023;81(23):2272–2291. doi: 10.1016/j.jacc.2023.04.010
11. Lindenfeld J, Costanzo MR, Zile MR, et al.; GUIDE-HF, CHAMPION, LAPTOP-HF Investigators. Implantable hemodynamic monitors improve survival in patients with heart failure and reduced ejection fraction. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2024;83(6):682–694. doi: 10.1016/j.jacc.2023.11.030
12. Scholte NTB, Gürgöze MT, Aydın D, et al. Telemonitoring for heart failure: a meta-analysis. *Eur. Heart J*. 2023;44(31):2911–2926. doi: 10.1093/eurheartj/ehad280
13. Rich MW, Beckham V, Wittenberg C, et al. A multidisciplinary intervention to prevent the readmission of elderly patients with congestive heart failure. *N. Engl. J. Med*. 1995;333(18):1190–1195. doi: 10.1056/NEJM199511023331806
14. Fonarow GC, Stevenson LW, Walden JA, et al. Impact of a comprehensive heart failure management program on hospital readmission and functional status of patients with advanced heart failure. *J. Am. Coll. Cardiol*. 1997;30(3):725–732. doi: 10.1016/s0735-1097(97)00208-8
15. Cline CM, Israelsson BY, Willenheimer RB, et al. Cost effective management programme for heart failure reduces hospitalization. *Heart*. 1998;80(5):442–446. doi: 10.1136/hrt.80.5.442
16. Gattis WA, Hasselblad V, Whellan DJ, O'Connor CM. Reduction in heart failure events by the addition of a clinical pharmacist to the heart failure management team: results of the pharmacist in heart failure assessment recommendation and monitoring (PHARM) Study. *Arch. Intern. Med*. 1999;159(16):1939–1945. doi: 10.1001/archinte.159.16.1939

17. McAlister FA, Stewart S, Ferrua S, McMurray JJ. Multidisciplinary strategies for the management of heart failure patients at high risk for admission. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004;44(4):810–819. doi: 10.1016/j.jacc.2004.05.055
18. Cleland JG, Louis AA, Rigby AS, et al.; TEN-HMS Investigators. Noninvasive home telemonitoring for patients with heart failure at high risk of recurrent admission and death. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005;45(10):1654–1664. doi: 10.1016/j.jacc.2005.01.050
19. Belenkov YuN. Effect of specialized forms of active outpatient management on the functional status, quality of life and hemodynamic parameters in patients with advanced heart failure. Results of the Russian Program «CHANCE». *Russ Heart Fail J.* 2007;8(3):112–116. EDN: ODSNQP
20. Rotenstein LS, Holmgren AJ, Downing N L, Bates DW. Differences in total and after-hours electronic health record time across ambulatory specialties. *JAMA Intern. Med.* 2021;181(6):863–865. doi: 10.1001/jamainternmed.2021.0256
21. Adler-Milstein J, Zhao W, Willard-Grace R, et al. Electronic health records and burnout: time spent on the electronic health record after hours and message volume associated with exhaustion but not with cynicism among primary care clinicians. *J. Am. Med. Inform. Assoc.* 2020;27(4):531–538. doi: 10.1093/jamia/ocz220
22. Azizi Z, Broadwin C, Islam S, et al. Digital health interventions for heart failure management in underserved rural areas of the united states: a systematic review of randomized trials. *J. Am. Heart Assoc.* 2024;13(2):e030956. doi: 10.1161/JAHA.123.030956
23. Klersy C, De Silvestri A, Gabutti G, et al. A meta-analysis of remote monitoring of heart failure patients. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2009;54(18):1683–1694. doi: 10.1016/j.jacc.2009.08.017
24. Chaudhry SI, Mattera JA, Curtis JP, et al. Telemonitoring in Patients with Heart Failure. *N. Engl. J. Med.* 2010;363(24):2301–2309. doi: 10.1056/NEJMoa1010029
25. Koehler F, Winkler S, Schieber M, et al.; TIM-HF Investigators. Impact of remote telemedical management on mortality and hospitalizations in ambulatory patients with chronic heart failure: the telemedical interventional monitoring in heart failure study. *Circulation.* 2011;123(17):1873–1880. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.018473
26. Lyngå P, Persson H, Hägg-Martinell A, et al. Weight monitoring in patients with severe heart failure (WISH). A randomized controlled trial. *Eur. J. Heart Fail.* 2012;14(4):438–444. doi: 10.1093/eurjhf/hfs023
27. Boyne JJ, Vrijhoef HJ, Crijns HJ, et al.; TEHAF investigators. Tailored telemonitoring in patients with heart failure: results of a multicentre randomized controlled trial. *Eur. J. Heart Fail.* 2012;14(7):791–801. doi: 10.1093/eurjhf/hfs058
28. Dendal P, De Keulenaer G, Troisfontaines P, et al. Effect of a telemonitoring-facilitated collaboration between general practitioner and heart failure clinic on mortality and rehospitalization rates in severe heart failure: the TEMA-HF 1 (Telemonitoring in the MAnagement of Heart Failure) study. *Eur. J. Heart Fail.* 2012;14(3):333–340. doi: 10.1093/eurjhf/hfr144
29. Inglis SC, Clark RA, Dierckx R, et al. Structured telephone support or non-invasive telemonitoring for patients with heart failure. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2015;2015(10):CD007228. doi: 10.1002/14651858.CD007228.pub3
30. Cowie MR, Bax J, Bruining N, et al. e-Health: a position statement of the European Society of Cardiology. *Eur. Heart J.* 2016;37(1):63–66. doi: 10.1093/eurheartj/ehv416
31. Ong MK, Romano PS, Edgington S, et al. Effectiveness of remote patient monitoring after discharge of hospitalized patients with heart failure: the better effectiveness after transition–heart Failure (BEAT-HF) Randomized Clinical Trial. *JAMA Intern. Med.* 2016;176(3):310–318. doi: 10.1001/jamainternmed.2015.7712
32. Grebennikova AA, Stoliarov AU, Lopatin YuM. The use of platform for remote monitoring on the base of mobile app for improving self-care in patients with chronic heart failure. *Kardiologiya.* 2017;57(4S):11–18. EDN: YKUOWF doi: 10.18087/cardio.2413
33. Koehler F, Koehler K, Deckwart O, et al. Efficacy of telemedical interventional management in patients with heart failure (TIM-HF2): a randomised, controlled, parallel-group, unmasked trial. *The Lancet.* 2018;392(10152):1047–1057. doi: 10.1016/S0140-6736(18)31880-4

34. Mareev YuV, Zinchenko AO, Myasnikov RP, et al. Telemonitoring in patients with chronic heart failure. *Kardiologiia*. 2019;59(9S):4–15. EDN: ISWIAY doi: 10.18087/cardio.n530
35. Zhu Y, Gu X, Xu C Effectiveness of telemedicine systems for adults with heart failure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Heart Fail. Rev.* 2020;25(2):231–243. doi: 10.1007/s10741-019-09801-5
36. Tersalvi G, Winterton D, Cioffi GM, et al. Telemedicine in heart failure during COVID-19: a step into the future. *Front. Cardiovasc. Med.* 2020;7:612818. doi: 10.3389/fcvm.2020.612818
37. Nasonova SN, Lapteva AE, Zhiron IV, et al. Remote monitoring of patients with heart failure in real clinical practice. *Kardiologiia*. 2021;61(8):76–86. (In Russ.) EDN: GRIBYY doi: 10.18087/cardio.2021.8.n1683
38. Yokota T, Fukushima A, Tsuchihashi-Makaya M, et al. The AppCare-HF randomized clinical trial: a feasibility study of a novel self-care support mobile app for individuals with chronic heart failure. *Eur. Heart J. - Digit. Health.* 2023;4(4):325–336. doi: 10.1093/ehjdh/ztad032
39. Rao VN, Kaltenbach LA, Granger BB, et al. The Association of Digital Health Application use with heart failure care and outcomes: insights from CONNECT-HF. *J. Card. Fail.* 2022;28(10):1487–1496. doi: 10.1016/j.cardfail.2022.07.050
40. Agapov VV, Kudryashov YuY, Graifer IV, Samitin VV. Development and implementation of a heart failure telemonitoring system: the single centre experience. *Kardiologiia*. 2022;62(5):45–52. EDN: BHAITY doi: 10.18087/cardio.2022.5.n1825
41. Radhakrishnan K, Julien C, O'Hair M, et al. Sensor-controlled digital game for heart failure self-management: protocol for a randomized controlled trial. *JMIR Res. Protoc.* 2023;12:e45801. doi: 10.2196/45801
42. Lukey A, Mackay M, Hasan K, Rush KL. Clinical perspectives on the development of a gamified heart failure patient education web site. *CIN Comput. Inform. Nurs.* 2023;41(8):615–620. doi: 10.1097/CIN.0000000000000983
43. Yun S, Enjuanes C, Cobo M, et al. Effect on cardiovascular mortality and worsening heart failure of mHealth solutions combining telemonitoring and teleintervention: results of the HERMeS multicentre, randomised, controlled trial. In *Heart Failure; 2023 May 20–23; Prague*. Unpublished.
44. Shara N, Bjarnadottir MV, Falah N, et al. Voice activated remote monitoring technology for heart failure patients: Study design, feasibility and observations from a pilot randomized control trial. *PLOS ONE*. 2022;17(5):e0267794. doi: 10.1371/journal.pone.0267794
45. Emelianov AV, Zheleznykh EA, Kozhevnikova MV, et al. Quality of life and adherence to therapy in patients with chronic heart failure who were remotely monitored by chatbot compared to the standard follow-up group for 3 months. *Digital Diagnostics*. 2023;4(1S):53–56. EDN: PPGJTP doi: 10.17816/DD430343
46. Pyrikova NV, Mozgunov NA, Osipova IV. Results of pilot remote monitoring of heart failure patients. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2022;21(6):42–51. EDN: ROTHHY doi: 10.15829/1728-8800-2022-3151
47. Wohlfahrt P, Jenča D, Melenovský V, et al. Remote heart failure symptoms assessment after myocardial infarction identifies patients at risk for death. *J. Am. Heart Assoc.* 2024;13(2):e032505. doi: 10.1161/JAHA.123.032505
48. Stehlik J, Schmalzfuss C, Bozkurt B, et al. Continuous wearable monitoring analytics predict heart failure hospitalization: the LINK-HF multicenter study. *Circ. Heart Fail.* 2020;13(3):e006513. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.119.006513
49. Potapov AP, Yartsev SE, Lagutova EA. Remote monitoring of patients with chronic heart failure using blood pressure telemonitoring and ECG. *Russian Journal of Telemedicine and E-Health* 2021;7(3):42–51. EDN: OFOTQN doi: 10.29188/2712-9217-2021-7-3-42-51
50. Garanin AA, Mullova IS, Shkaeva OV, et al. Remote monitoring of outpatients discharged from the emergency cardiac care department. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(3S):8–15. EDN: BIRQPJ doi: 10.15829/1560-4071-2022-5072
51. Kleiner Shochat M, Fudim M, Shotan A, et al. Prediction of readmissions and mortality in patients with heart failure: lessons from the IMPEDANCE-HF extended trial. *ESC Heart Fail.* 2018;5(5):788–799. doi: 10.1002/ehf2.12330

52. Abraham WT, Anker S, Burkhoff D, et al. Primary results of the sensible medical innovations lung fluid status monitor allows reducing readmission rate of heart failure patients (smile) trial *J. Card. Fail.* 2019;25(11):938. doi: 10.1016/j.cardfail.2019.11.007
53. Bensimhon D, Alali SA, Curran L, et al. The use of the reds noninvasive lung fluid monitoring system to assess readiness for discharge in patients hospitalized with acute heart failure: A pilot study. *Heart Lung.* 2021;50(1):59–64. doi: 10.1016/j.hrtlng.2020.07.003
54. Murton OM, Dec GW, Hillman RE, et al. Acoustic voice and speech biomarkers of treatment status during hospitalization for acute decompensated heart failure. *Appl. Sci.* 2023;13(3):1827. doi: 10.3390/app13031827
55. Schöbi D, Zhang YP, Kehl J, et al. Evaluation of speech and pause alterations in patients with acute and chronic heart failure. *J. Am. Heart Assoc.* 2022;11(21):e027023. doi: 10.1161/JAHA.122.027023
56. Atluri N, Mishra SR, Anderson T, et al. Acceptability of a text message-based mobile health intervention to promote physical activity in cardiac rehabilitation enrollees: a qualitative substudy of participant perspectives. *J. Am. Heart Assoc.* 2024;13(2):e030807. doi: 10.1161/JAHA.123.030807
57. Rossetto F, Borgnis F, Isernia S, et al. System integrated digital empowering and telerehabilitation to promote patient activation and well-being in chronic disabilities: a usability and acceptability study. *Front. Public Health.* 2023;11:1154481. doi: 10.3389/fpubh.2023.1154481
58. Piotrowicz E, Pencina MJ, Opolski G, et al. Effects of a 9-week hybrid comprehensive telerehabilitation program on long-term outcomes in patients with heart failure: the telerehabilitation in heart failure patients (TELEREH-HF) randomized clinical trial. *JAMA Cardiol.* 2020;5(3):300–308. doi: 10.1001/jamacardio.2019.5006
59. Dinesen B, Hansen ET, Refsgaard J, et al. «Future patient II» telerehabilitation for patients with heart failure: protocol for a randomized controlled trial. *Int. J. Cardiol. Cardiovasc. Risk Prev.* 2024;20:200239. doi: 10.1016/j.ijcrp.2024.200239
60. Ghazi L, Yamamoto Y, Fuery M, et al. Electronic health record alerts for management of heart failure with reduced ejection fraction in hospitalized patients: the PROMPT-AHF trial. *Eur. Heart J.* 2023;44(40):4233–4242. doi: 10.1093/eurheartj/ehad512
61. Day S, Shah V, Kaganoff S, et al. Assessing the clinical robustness of digital health startups: cross-sectional observational analysis. *J. Med. Internet Res.* 2022;24(6):e37677. doi: 10.2196/37677

## ОБ АВТОРАХ / AUTHORS' INFO

*Автор, ответственный за переписку	*Corresponding author
* <b>Емельянов Алексей Владимирович</b> ; адрес: Россия, 119435, Москва, ул. Большая Пироговская, 6, стр. 1; ORCID: 0000-0002-4748-8029; eLibrary SPIN: 4346-1475; e-mail: emelyanow.alexei@yandex.ru	* <b>Aleksei V. Emelianov</b> ; address: 6 Bolshaya Pirogovskaya str., Moscow, 119435, Russia; ORCID: 0000-0002-4748-8029; eLibrary SPIN: 4346-1475; e-mail: emelyanow.alexei@yandex.ru
<b>Мария Владимировна Кожевникова</b> , канд. мед. наук; ORCID: 0000-0003-4778-7755; eLibrary SPIN: 8501-9812; e-mail: kozhevnikova-m@inbox.ru	<b>Maria V. Kozhevnikova</b> , MD, Cand. Sci. (Medicine); ORCID: 0000-0003-4778-7755; eLibrary SPIN: 8501-9812; e-mail: kozhevnikova-m@inbox.ru
<b>Елена Анатольевна Железных</b> , канд. мед. наук; ORCID: 0000-0002-2596-192X; eLibrary SPIN: 2941-4875; e-mail: elenavlvp@gmail.com	<b>Elena A. Zheleznykh</b> , MD, Cand. Sci. (Medicine); ORCID: 0000-0002-2596-192X; eLibrary SPIN: 2941-4875; e-mail: elenavlvp@gmail.com
<b>Анастасия Леонидовна Панова</b> ; ORCID: 0009-0000-9543-5282; e-mail: lanaer@rambler.ru	<b>Anastasia L. Panova</b> ; ORCID: 0009-0000-9543-5282; e-mail: lanaer@rambler.ru
<b>Елена Витальевна Привалова</b> , д-р мед. наук, профессор; ORCID: 0000-0001-6675-7557; eLibrary SPIN: 601-446; e-mail: ev_privalova@mail.ru	<b>Elena V. Privalova</b> , MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor; ORCID: 0000-0001-6675-7557; eLibrary SPIN: 601-446; e-mail: ev_privalova@mail.ru

Accepted for publication

РИСУНКИ

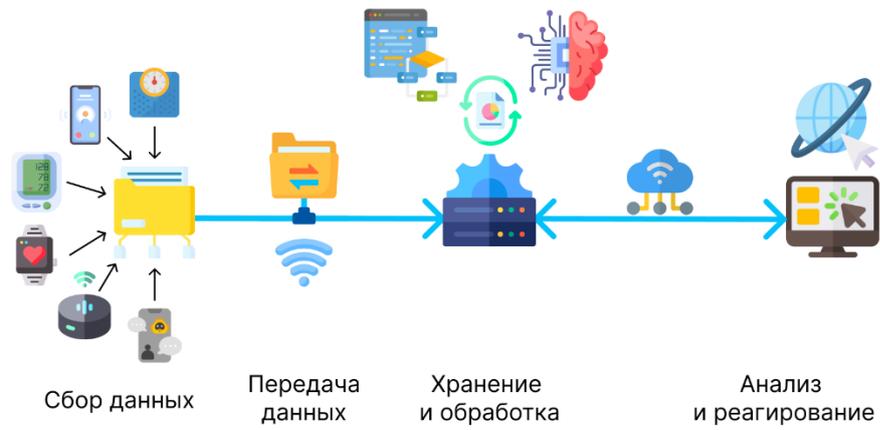


Рис. 1. Современная модель неинвазивного телемониторинга

Accepted for publication