

## ЦИФРОВЫЕ (ИНВАЗИВНЫЕ) УСТРОЙСТВА В ПРАКТИКЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПАЦИЕНТАМИ С ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ

Исаева А.В.<sup>1,2</sup>, Самонова Д.А.<sup>1</sup>, Султанова Д.А.<sup>1</sup>, Петрова П.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Уральский ГМУ» Минздрава России, ул. Репина, 3, г. Екатеринбург, Свердловская область, Российская Федерация, 620028;

<sup>2</sup>ГАУЗ СО «Центральная городская больница №20» г. Екатеринбурга, ул. Дагестанская, 3, г. Екатеринбург, Свердловская область, Российская Федерация, 620010.

### Основные положения

Учитывая высокую заболеваемость ХСН в настоящее время, в данном обзоре проанализированы исследования за последние 3-5 лет о влиянии имплантируемых устройств дистанционного мониторинга на течение ХСН у больных.

### Аннотация

Распространенность хронической сердечной недостаточностью (ХСН) неуклонно растет, что ассоциируется с увеличением частоты госпитализаций, заболеваемости и смертности пациентов. Дистанционное наблюдение за пациентами с ХСН представляется весьма перспективным в связи с возможностью увеличения охвата диспансерным наблюдением, увеличением приверженности пациентов к лечению, снижением смертности в результате применения телемедицинских технологий при лечении ХСН. Целесообразность использования телемедицинских технологий обусловлена повышением эффективности использования финансовых средств в здравоохранении за счет снижения количества очных обращений пациентов в медицинские учреждения, а также за счет снижения расходов на дорогостоящее лечение обострений и осложнений ХСН в круглосуточном стационаре.

Целью данного исследования явилось обобщение и анализ данных, представленных в базах данных PubMed, E-Library, Google Scholar и др. о внедрении различных способов телемедицинского мониторинга при ведении пациентов с ХСН. Телемониторинг пациентов с ХСН включает в себя телефонную поддержку, различные неинвазивные и инвазивные технологии для контроля сердечно-сосудистых показателей больных с ХСН. Учитывая глобальное бремя заболеваемости ХСН, в настоящем обзоре проанализированы исследования за последние 3-5 лет о влиянии имплантируемых устройств дистанционного мониторинга на течение ХСН у больных.

**Ключевые слова.** Хроническая сердечная недостаточность, телемедицина, CardioMEMS, дистанционный мониторинг, инвазивные устройства

**Автор, ответственный за переписку:** Исаева А.В., ул. Дагестанская, 3, г. Екатеринбург, Свердловская область, Российская Федерация, 620010, av\_isaeva\_cgb20@mail.ru

**Для цитирования:** Исаева А.В., Самонова Д.А., Султанова Д.А., Петрова П.В. Цифровые (инвазивные) устройства в практике наблюдения за пациентами с хронической сердечной недостаточностью. Инновационное развитие врача. 2023; 1: 22-30.

Поступила в редакцию: 12.03.2023;

поступила после доработки: 05.04.2023;

принята к печати: 22.04.2023

## DIGITAL (INVASIVE) DEVICES IN THE PRACTICE OF MONITORING PATIENTS WITH CHRONIC HEART FAILURE

Isaeva A.V.<sup>1,2</sup>, Samonova D.A.<sup>1</sup>, Sultanova D.A.<sup>1</sup>, Petrova P.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ural State Medical University, Repina str., 3, Ekaterinburg, Sverdlovsk Region, Russian Federation, 620028;

<sup>2</sup>Central city hospital №20, Dagestanskaya str., 3, Ekaterinburg, Sverdlovsk Region, Russian Federation, 620010.

## Highlights

Taking into account the high incidence of CHF at present, this review analyzes studies over the past 3-5 years on the effect of implantable remote monitoring devices on the course of CHF in patients.

## Abstract

The prevalence of chronic heart failure (CHF) is steadily increasing, which is associated with an increase in the frequency of hospitalizations, morbidity and mortality of patients. Remote monitoring of patients with CHF seems to be very promising due to the possibility of increasing the coverage of dispensary observation, increasing patient adherence to treatment, and reducing mortality as a result of the use of telemedicine technologies in the treatment of CHF. The expediency of using telemedicine technologies is due to an increase in the efficiency of using financial resources in healthcare by reducing the number of face-to-face visits of patients to clinics, as well as by reducing the cost of expensive treatment of exacerbations and complications of CHF in a hospital service.

The purpose of this study was to generalize and analyze the data presented in the databases PubMed, E-Library, GoogleScholar, etc. on the introduction of various methods of telemedicine monitoring in the management of patients with CHF. Telemonitoring of patients with CHF includes telephone support, various non-invasive and invasive technologies for monitoring cardiovascular parameters of patients with CHF. Taking into account the global burden of CHF morbidity, this review analyzes studies over the past 3-5 years on the effect of implantable remote monitoring devices on the course of CHF in patients.

**Keywords.** Chronic heart failure, telemedicine, CardioMEMS, remote monitoring, invasive devices

**Corresponding author:** Isaeva A.V., Dagestanskaya str., 3, Yekaterinburg, Sverdlovsk region, Russian Federation, 620010, e-mail: av\_isaeva\_cgb20@mail.ru

**For citation:** Isaeva AV, Samonova DA, Sultanova DA, Petrova PV. Digital (invasive) devices in the practice of monitoring patients with chronic heart failure. Innovative doctor's development. 2023;1: 22-30.

Received: 12.03.2023;

received in revised form: 05.04.2023;

accepted: 22.04.2023

## Список сокращений

АД - артериальное давление,	ХСН - хроническая сердечная недостаточность,
ВВП - валовый внутренний продукт,	ХСНнФВ - хроническая сердечная недостаточность со сниженной фракцией выброса,
ИКД - имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор,	ХСНсФВ - хроническая сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса,
ОДХСН - острая декомпенсация хронической сердечной недостаточности,	ЧСС - частота сердечных сокращений
СРТ - устройства с ресинхронизирующей терапией,	ЭКС - электрокардиостимулятор.
ТМ - телемониторинг,	
ФВ ЛЖ - фракция выброса левого желудочка,	

## Введение

Проблема распространенности хронической сердечной недостаточности (ХСН) не теряет свою актуальность в течение последних трех десятилетий. В Российской Федерации распространенность ХСН I-II функционального класса (ФК) за период с 1998 по 2017 г. увеличилась с 6,1 до 8,2%, а ХСН III-IV ФК – с 1,8 до 3,1% [1]. С появлением новых методов диагностики и лечения, продолжительность жизни пациентов с ХСН неуклонно растет, однако это сопровождается увеличением расходов в системе здравоохранения [2]. На сегодняшний день проблема распространенности ХСН остается одной из самых больших проблем современной медицины и возлагает огромное экономическое бремя на общество [3].

Отечественными исследователями Дралкиной О.М. и др. [4] была разработана модель для оценки экономического ущерба вследствие ХСН в России. Результаты исследования показали, что в России насчитывается 7,1 млн пациентов с ХСН, из них 432,1 тыс. человек являются инвалидами по причине ХСН. Общая величина экономического ущерба, обусловленного ХСН, в течение года с позиции государства составляла 81,86 млрд руб., в т.ч. прямые медицинские затраты 18,56 млрд руб., прямые немедические затраты – 47,1 млрд руб. и косвенные (непрямые) затраты – 16,2 млрд руб. Косвенные затраты в данном исследовании рассматриваются как ущерб показателю внутреннего валового продукта

(ВВП), возникающий в связи со смертью пациентов с ХСН в экономическом активном возрасте (до 72 лет) в течение года [4]. Затраты, связанные с госпитализациями, были основными в структуре медицинских затрат (13,7 млрд руб. или 73,6%), аналогичные результаты были выявлены и в ряде зарубежных исследований [5,6]. Также по данным моделирования было выявлено, что затраты на пациентов, у которых имелась оценка фракции выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ), в т.ч. с сохранной ФВ, были выше, чем затраты на всех пациентов с ХСН, за счет более частых госпитализаций. Таким образом средние затраты на пациента с ХСНФВ были в 2,3 раза выше, чем средние затраты на пациента с ХСНсФВ, при этом затраты на лекарственную терапию были выше на 42%, затраты на госпитализацию — на 60% [4].

Большая часть расходов по лечению и диспансерному наблюдению за пациентами с ХСН включает в себя расходы на амбулаторные визиты пациентов, обращение в приемный покой круглосуточного стационара и госпитализации [2]. В связи с этим последние годы активно изучаются методы телемедицинского мониторинга, которые могут снизить количество регоспитализаций, предсказать или предотвратить развитие декомпенсации ХСН и позволяют пациентам участвовать в контроле за своим заболеванием без непосредственного участия медицинских работников [8, 9].

На сегодняшний день данные о клинической эффективности устройств для дистанционного наблюдения пациентов с ХСН остаются спорными [10], что и послужило стимулом для проведения данного анализа научной литературы.

## Определение и типы дистанционного мониторинга

Телемониторинг (ТМ), или дистанционный мониторинг пациентов, – это непрерывный или прерывистый процесс мониторинга, который позволяет медицинскому работнику удаленно интерпретировать данные, необходимые для медицинского наблюдения за пациентами, и, при необходимости, принимать решения относительно состояния их здоровья [11].

В зависимости от типа взаимодействия пациента с медицинским персоналом и скорости передачи данных, телемедицинский мониторинг подразделяется на синхронный – в режиме реального времени, или асинхронный, и асинхронный, реализуемый посредством хранения и передачи информации (вес, рост, артериальное давление (АД), частота сердечных сокращений (ЧСС) и др.) [7].

Основными способами ТМ являются:

- 1) Структурированная телефонная поддержка (СТС);
- 2) Неинвазивный ТМ: автономные устройства для измерения таких показателей, как вес, АД, ЧСС, SpO<sub>2</sub> в домашних условиях;
- 3) Инвазивный ТМ: устройства для дистанционного контроля давления в легочной артерии CardioMEMS HF System;

4) Инвазивный ТМ с помощью внутрисердечных имплантируемых электронных устройств таких, как имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор (ИКД), электрокардиостимулятор (ЭКС), устройства для ресинхронизирующей терапии (СРТ) [10].

Неинвазивный телемониторинг показан пациентам с предшествующей госпитализацией по поводу СН в течение предыдущих 12 месяцев, а также пациентам с жалобами на сохраняющиеся выраженные симптомы, несмотря на соблюдение рекомендаций врача. Однако существуют противопоказания для проведения инвазивного дистанционного мониторинга: почечная недостаточность (расчетный клиренс креатинина <25 мл/мин), рецидивирующая легочная эмболия в анамнезе, индекс массы тела >35 кг/м<sup>2</sup> и непереносимость антиагрегантной или антикоагулянтной терапии. В таком случае возможен только неинвазивный телемониторинг [12].

Среди методов неинвазивного дистанционного мониторинга пациентов с ХСН наибольшую эффективность во влиянии на конечные точки показали те, в которых связь между врачом и пациентом осуществлялась посредством мобильной связи и сети Интернет, поскольку это позволило вовремя скорректировать медикаментозную терапию, что, в свою очередь, привело к сокращению числа госпитализаций и риска смертности. Наименьшую эффективность показал телемониторинг с использованием электронных весов [8,9,13]. Важно отметить неопределенность результатов исследований, которая объясняется клинической неоднородностью проанализированных статей, поэтому для внедрения телемониторинга в клиническую практику необходимо дальнейшее проведение крупных многоцентровых рандомизированных исследований (рис. 1).

Далее будут подробно рассмотрены устройства для инвазивного телемониторинга пациентов с ХСН.



Рисунок 1. Характеристика эффективности методов телемониторинга без участия имплантируемых устройств.

Figure 1. Characteristics of the effectiveness of telemonitoring methods without implantable devices.

## Телемониторинг с использованием устройства для измерения внутрисердечного давления – CARDIOMEMS

В последние годы наблюдается повышенный интерес к имплантируемым устройствам как одному из перспективных методов дистанционного мониторинга за пациентами с ХСН. Контроль внутрисердечного давления и давления в легочной артерии помогает идентифицировать ухудшение течения ХСН за несколько дней до клинических проявлений [14].

Одним из таких устройств для дистанционного мониторинга давления в легочной артерии является датчик CardioMEMS HF System. Устройство состоит из трех частей: сенсора, трансвенозного катетера, с помощью которого происходит имплантация сенсора в легочную артерию и Patient Electronics Systems (система, принимающая сигналы от сенсора и отправляющая данные о внутрисердечном давлении медицинскому персоналу) (рис. 2).

Первое исследование, посвященное устройству CardioMEMS, было опубликовано в 2011 году. В исследовании CHAMPION было включено 550 пациентов с ХСН III ФК по NYHA, независимо от фракции выброса левого желудочка. После имплантации устройства пациенты были рандомизированы в 2 группы: группа исследования (n=270) получала терапию под контролем давления в легочной артерии, в контрольной группе (n=280) пациенты лечились и наблюдались по стандартной схеме. После завершения рандомизированной фазы (6 месяцев обязательного наблюдения) исследование было продолжено в открытой форме. В течение 13 месяцев исследователи имели доступ к данным о давлении в легочной артерии всех пациентов. Основной конечной точкой служил уровень госпитализации как в рандомизированной, так и в открытой фазе исследования.

После полугода обязательного наблюдения уровень госпитализации в группе исследования был на 28% ниже, чем в контрольной группе. Также была доказана безопасность использования данного устройства. После того, как исследование стало открытым, показатели госпитализации по поводу острой декомпенсации ХСН в бывшей контрольной группе снизились на 48% по сравнению с данными о госпитализации контрольной группы в период рандомизации. Такая динамика объясняется авторами своевременной коррекцией фармакотерапии [15]. Анализ подгруппы пациентов со сниженной ФВ ЛЖ, принимавших участие в исследовании CHAMPION также показал снижение уровня госпитализации на 43% и смертности на 57% у группы исследования, получавшей оптимальную медикаментозную терапию по сравнению с контрольной группой [16].

Первый Европейский опыт использования датчика CardioMEMS был представлен в многоцентровом исследовании MEMS-HF. В исследовании приняли участие 234 пациента с ХСН III ФК по NYHA. Контрольная группа была представлена пациентами до имплантации устройства. Первичными конечными точками являлись отсутствие осложнений, связанных с имплантацией устройства (98,3% в группе вмешательства), и отсутствие отказа устройства в течение года после имплантации (99,6% в группе вмешательства), что позволило сделать вывод о высоком уровне безопасности устройства. Вторичные конечные точки были представлены уровнем госпитализации, смертностью от всех причин и улучшением качества жизни пациентов. В течение 12 месяцев наблюдения частота госпитализаций снизилась на 62% по сравнению с периодом до имплантации устройства ( $p < 0,0001$ ). Также значительно улучшились показатели качества жизни пациентов согласно опросникам KCCQ и PHQ-9 [17]. Исследования CHAMPION и MEMS-HF доказывают, что



Рисунок 2. The CardioMEMS (микроэлектромеханическая система), состоящая из (А) сенсор для определения давления в легочной артерии; (В) система, принимающая сигналы от сенсора и направляющая данные в общую базу (Abbott, Sylmar, CA, USA).

Figure 2. The CardioMEMS (microelectromechanical system) consisting of (A) a sensor for determining pressure in the pulmonary artery; (B) a system that receives signals from the sensor and sends data to a common database (Abbott, Sylmar, CA, USA).

наблюдение и лечение пациентов с имплантируемым устройством CardioMEMS снижает частоту госпитализаций у пациентов с ХСН III ФК независимо от ФВ ЛЖ. Однако неясно, распространяются ли результаты данных исследований на пациентов других функциональных классов и влияют ли на конечные точки изменения лабораторных показателей. Для решения вопроса об эффективности применения устройства CardioMEMS у пациентов с широким спектром клинических проявлений и изменениями лабораторных показателей было проведено многоцентровое, рандомизированное исследование GUIDE-HF. Критериями включения были: II-IV ФК по NYHA, повышенный уровень NT-proBNP или предшествующая госпитализация по поводу острой декомпенсации ХСН (ОДХСН). Как и в предыдущих исследованиях, всем пациентам был имплантирован датчик для измерения давления в легочной артерии, однако доктора имели доступ только к данным группы исследования, в то время как контрольная группа наблюдалась по стандартной схеме. Наблюдение проводилось в течение 2020 года. Результаты не показали статистически значимого снижения частоты событий первичной конечной точки (общая смертность, случаи госпитализации или обращение в отделение неотложной помощи по поводу ОДХСН) в группе CardioMEMS по сравнению с контрольной группой. Однако авторы делают поправку на пандемию COVID-19. Так, при анализе конечной точки до начала пандемии зарегистрировано 177 событий в группе вмешательства и 224 события в контрольной группе (ОР 0,81, 95% ДИ 0,66-1,00;  $p=0,049$ ). После начала пандемии COVID-19 различия в группах стали статистически незначимыми (ОР 1,11, 95% ДИ 0,80-1,55;  $p=0,53$ ) [19]. Требуется продолжение наблюдения за пациентами обеих групп для исключения возможного влияния COVID-19 на конечные точки.

Помимо влияния на клинические исходы пациентов с ХСН немаловажным является экономическая эффективность любого устройства для телеметрии. Для оценки клинической эффективности и анализа затрат на использование датчика CardioMEMS в настоящее время проводится проспективное исследование (исследование MONITOR HFClinicalTrials.gov, идентификатор: NTR7672) с участием 340 пациентов с ХСН III ФК по NYHA и наличием в анамнезе не менее 1 госпитализации по поводу ОДХСН за год до включения в исследование. Первичной конечной точкой является изменение качества жизни, измеренное с помощью опросника KCCQ, вторичные конечные точки включают количество госпитализаций по поводу ХСН и анализ экономической эффективности данной методики [19].

Несмотря на все существующие данные, телемедицинский мониторинг с использованием имплантируемых устройств CardioMEMS на сегодняшний день практически не используется в клинической практике. Главными проблемами в его реализации являются необходимость обучения медицинского персонала, изменение клинических протоколов и высокая стоимость. По данным исследования CTAF (California Technology Assessment Forum) стоимость устройства CardioMEMS составляет

17 750 долларов США без учета дополнительных расходов на имплантацию, рутинный мониторинг и лечение возможных осложнений [12].

### Телемониторинг с использованием имплантируемых устройств (ИКД, СРТ)

Наличие систолической дисфункции левого желудочка у больных ХСН приводит к задержке желудочковой проводимости и диссинхронному сокращению, и как следствие, ухудшению прогноза и увеличению смертности пациентов с данной патологией [20]. В связи с этим имплантация электронных устройств широко используется в терапии ХСН, является основной мерой профилактики внезапной сердечной смерти у пациентов со сниженной фракцией выброса левого желудочка, а также одним из немедикаментозных методов лечения злокачественных желудочковых аритмий [21]. Основными представителями имплантируемых устройств являются электрокардиостимулятор (ЭКС), кардиовертер-дефибриллятор (ИКД) и устройства с ресинхронизирующей терапией (СРТ). В современных имплантируемых устройствах имеется возможность автоматической оценки исправности устройства и правильной его работы, а также клинических параметров состояния пациента. В настоящее время активно исследуется влияние имплантации данных устройств на частоту госпитализации и смертности пациентов с ХСН [19,22,23]. При этом предшествующие изменения в виде фибрилляции предсердий, желудочковой тахикардии и пр. могут контролироваться при помощи дистанционного мониторинга [22]. Исследователи из Китая Guan H. et al. [24] установили, что 25% больных с ХСН повторно госпитализируются в течение одного месяца после выписки, 50% пациентов повторно госпитализируются в течение 6 месяцев после выписки. В проспективное многоцентровое рандомизированное контролируемое исследование IN-TIME [22] были включены пациенты с хронической сердечной недостаточностью ( $\geq 3$  месяцев) II или III ФК NYHA, фракцией выброса левого желудочка  $\leq 35\%$ , оптимизированной лекарственной терапией, отсутствием постоянной фибрилляции предсердий и недавно имплантированными датчиком ИКД Lumax® или СРТ Lumax®, проводивших автоматический ежедневный мультипараметрический телемониторинг. Через месяц участники были рандомизированы в соотношении 1:1 для получения стандартного ухода с телемониторингом и без. Было выявлено, что телемониторинг не оказал существенного влияния на госпитализацию в связи с ухудшением состояния при сердечной недостаточности.

Стоит отметить, что частота улучшения показателей через 1 год была значительно выше у пациентов с СРТ, чем у пациентов с ИКД (35,9% и 27,7%, соответственно). Наблюдалась тенденция к уменьшению числа госпитализаций у пациентов с СРТ по сравнению с пациентами с ИКД, находящихся под телемониторингом [22].

В проспективном одноцентровом рандомизированном исследовании, в котором приняли

участие 600 пациентов с ХСН, также изучалось влияние дистанционного мониторинга на клинические исходы у пациентов с сердечной недостаточностью с имплантируемыми ИКД и СРТ [24]. Tajstra M. et al. установили, что уровень смертности от всех причин был одинаковым между группами дистанционного мониторинга и контроля (6% против 6%,  $p = 0,9$ ), тогда как частота госпитализаций по сердечно-сосудистым причинам была выше в группе без мониторинга (37,1 % против 45,5%,  $p = 0,045$ ) [23]. Кроме того, в мета-анализе представители здравоохранения Онгарю, основываясь на 15 РКИ с участием пациентов с имплантированными ИКД и СРТ, подсчитали, что государственное финансирование дистанционного мониторинга может привести к экономии средств в размере 14 миллионов долларов США в течение первых пяти лет.

Таким образом, новые стратегии ухода на дому с помощью телемониторинга позволяют корректировать медикаментозную терапию, встроенную в электронные имплантируемые устройства или с помощью автоматических диагностических устройств для мониторинга гемодинамики. Однако при использовании данных методов система столкнется с рядом проблем безопасности и экономической эффективности [25]. Поэтому необходимы дальнейшие исследования для целесообразности использования этих дорогостоящих методов, в том числе в Российской Федерации.

## Выводы

Благодаря современным методам диагностики и лечения ХСН на сегодняшний день можно наблюдать тенденцию к увеличению продолжительности жизни данных пациентов и, соответственно, росту числа амбулаторных визитов и госпитализаций этой категории больных, что требует разработки новых подходов к профилактике ОДХСН и дальнейшему мониторингу данной когорты пациентов. Недостаточность данных, необходимых для обоснования включения дистанционного мониторинга в клиническую практику может показаться неожиданной с учетом развития цифровых технологий и роста популярности данных технологий последние годы. Это обусловлено большой неоднородностью исследований, отсутствием стандартизации и прямого сравнения методов телемониторинга. Также, помимо внедрения дистанционных методов наблюдения, следует уделить внимание определению группы пациентов, у которой телемониторинг окажется наиболее эффективным как с клинической, так и с экономической сторон.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки

## Информация об авторах

**Исаева Анна Владимировна**, к.м.н., ассистент кафедры факультетской терапии, эндокринологии, аллергологии и иммунологии, ФГБОУ ВО Уральский ГМУ Минздрава РФ, Екатеринбург, Российская Федерация; заместитель главного врача по клинико-экспертной работе ГАУЗ СО "Центральная городская больница № 20", Екатеринбург, Российская Федерация.

ORCID: 0000-0003-0634-9759

**Самонова Дарья Александровна**, ординатор 1-го года по общей врачебной практике кафедры профилактической и семейной медицины ФГБОУ ВО Уральский ГМУ Минздрава России, Екатеринбург, Российская Федерация.

ORCID: 0009-0001-4910-3700.

**Султанова Диана Аслямовна**, студентка 5-го курса педиатрического факультета ФГБОУ ВО Уральский ГМУ Минздрава России, Екатеринбург, Российская Федерация.

ORCID: 0000-0002-2832-2525.

**Петрова Полина Вячеславовна**, студентка 5-го курса лечебно-профилактического факультета ФГБОУ ВО Уральский ГМУ Минздрава России, Екатеринбург, Российская Федерация.

ORCID: 0009-0002-6126-5523

**Anna V. Isaeva**, Candidate of Medical Sciences, Assistant of the Department of Faculty Therapy, Endocrinology, Allergology and Immunology of the Ural State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Ekaterinburg, Russian Federation; Deputy Chief Physician for Clinical and Expert Work of the Central City Hospital No. 20, Ekaterinburg, Russian Federation.

ORCID 0000-0003-0634-9759

**Darya A. Samonova**, 1st year resident in General Medical Practice of the Department of Preventive and Family Medicine of the Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russian Federation.

ORCID 0009-0001-4910-3700

**Diana A. Sultanova**, 5th year student of the Pediatric Faculty of the Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russian Federation.

ORCID: 0000-0002-2832-2525

**Polina V. Petrova**, 5th-year student of the Faculty of Treatment and Prevention of the Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russian Federation.

ORCID: 0009-0002-6126-5523

## Вклад авторов в статью

А.В. Исаева, Д.А. Самонова, Д.А. Султанова, П.В. Петрова - все авторы внесли равный вклад в подготовку, написание данной статьи и утверждение окончательного варианта.

## Список литературы

- Поляков Д.С., Фомин И.В., Беленков Ю.Н., Мареев В.Ю., Агеев Ф.Т., Артемьева Е.Г. и др. Хроническая сердечная недостаточность в Российской Федерации: что изменилось за 20 лет наблюдения? Результаты исследования ЭПОХА-ХСН. *Кардиология*. 2021;61(4):4-14. DOI:10.18087/cardio.2021.4.n1628
- Benjamin E, Muntner P, Alonso A. et al. AHA statistical update: heart disease and stroke statistics – 2019 update. A report from the American Heart Association. *Circulation*. 2019;139:56–528. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000659
- Каграманова С.Р., Чичерина Е.Н. Современное представление о хронической сердечной недостаточности. *Дальневосточный медицинский журнал*. 2019; 3: 96-100. DOI:10.35177/1994-5191-2019-3-96-100
- Драпкина О.М., Бойцов С.А., Омельянский В.В. и др. Социально-экономический ущерб, обусловленный хронической сердечной недостаточностью, в Российской Федерации. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(6):4490. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4490
- Lesyuk W, Kriza C, Kolominsky-Rabas P. Cost-of-illness studies in heart failure: a systematic review 2004-2016. *BMC Cardiovasc Disord*. 2018;18(1):74. DOI: 10.1186/s12872-018-0815-3
- Shafie AA, Tan YP, Ng CH. Systematic review of economic burden of heart failure. *HeartFailRev*. 2018;23:131-45. DOI:10.1007/s10741-017-9661-0
- Ryu S. Telemedicine: Opportunities and Developments in Member States: Report on the Second Global Survey on eHealth 2009 (Global Observatory for eHealth Series, Volume 2). *Healthc Inform Res*. 2012;18(2):153-5. DOI: 10.4258/hir.2012.18.2.153
- Гаранин А.А., Муллова И.С., Шкаева О.В., Дулякова П.Д., Дуляков Д.В. Амбулаторный дистанционный мониторинг пациентов, выписанных из отделения неотложной кардиологии. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27(3S):5072. DOI: 10.15829/1560-4071-2022-5072
- Пырикова Н.В., Мозгунов Н.А., Осипова И.В. Результаты пилотного дистанционного мониторинга пациентов с хронической сердечной недостаточностью. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022;21(6):3151. DOI:10.15829/1728-8800-2022-3151
- Brahmbhatt D, Cowie M. Remote management of heart failure: an overview of telemonitoring technologies. *CardFailRev*. 2019;5:86-92. DOI: 10.15420/cfr.2019.5.3
- Bardy P. 1 - The Advent of Digital Healthcare. *Esevier*. 2019.1:3-17. DOI:10.1016/B978-1-78548-304-2.50001-2
- Dickinson MG, Allen LA, Albert NA et al. Remote monitoring of patients with heart failure: a white paper from the heart failure society of America Scientific Statements Committee. *J. Card. Fail*. 2018; 24(10): 682-94. DOI: 10.1016/j.cardfail.2018.08.011
- Ding H, Jayasena R, Chen S, et al. The Effects of Telemonitoring on Patient Compliance With Self-Management Recommendations and Outcomes of the Innovative Telemonitoring Enhanced Care Program for Chronic Heart Failure: Randomized Controlled Trial; *J Med Internet Res*. 2020;22(7):17559 DOI: 10.2196/17559
- Kotalczyk A, Imberti JF, Lip GYH, Wright DJ. Telemedical Monitoring Based on Implantable Devices—the Evolution Beyond the CardioMEMS™ Technology. *Curr Heart Fail Rep*. 2022; 19(1):7-14. DOI: 10.1007/s11897-021-00537-8
- Abraham WT, Stevenson LW, Bourge RC, Lindenfeld JA, Bauman JG, Adamson PB; CHAMPION Trial Study Group. Sustained efficacy of pulmonary artery pressure to guide adjustment of chronic heart failure therapy: complete follow-up results from the CHAMPION randomised trial. *Lancet*. 2016;387(10017):453-61. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)00723-0
- Givertz MM, Stevenson LW, Costanzo MR, Bourge RC, Bauman JG, Ginn G, Abraham WT; CHAMPION Trial Investigators. Pulmonary Artery Pressure-Guided Management of Patients With Heart Failure and Reduced Ejection Fraction. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70(15):1875-1886. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.08.010
- Angermann C, Assmus B, Anker S. et al. Pulmonary artery pressure-guided therapy in ambulatory patients with symptomatic heart failure: the CardioMEMS European Monitoring Study for Heart Failure (MEMS-HF). *Eur J Heart Fail*. 2020;22(10):1891-1901. DOI: 10.1002/ehf.1943
- Lindenfeld J, Zile M, Desai A, et al. Haemodynamic-guided management of heart failure (GUIDE-HF): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2021; 398(10304):991-1001. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)01754-2
- Burgts J, Veenis J, Radhoe S, et al. A randomised comparison of the effect of haemodynamic monitoring with CardioMEMS in addition to standard care on quality of life and hospitalisations in patients with chronic heart failure: Design and rationale of the MONITOR HF multicenter randomised clinical trial. *Netherlands heart journal*. 2020; 28(1):16-26. DOI: 10.1007/s12471-019-01341-9
- Lui P, Xing L. Effect of ICD/CRT-D Implantation on Adverse Events and Readmission Rate in Patients with Chronic Heart Failure (CHF). *Computational and mathematical methods in medicine*. 2022. 8695291. DOI:10.1155/2022/8695291

21. Albakri A. Medical and Clinical Archives. Implantable cardioverter defibrillator for the prevention of sudden cardiac death: Systematic review and pooled analysis. *Medical and Clinical Archives*. 2019;3. DOI: 10.15761/MCA.1000146

22. Geller J, Lewalter T, Bruun N, et al. Implant-based multi-parameter telemonitoring of patients with heart failure and a defibrillator with vs. without cardiac resynchronization therapy option: a subanalysis of the IN-TIME trial. *Clin Res Cardiol*. 2019;108(10):1117-1127. DOI:10.1007/s00392-019-01447-5

23. Tajstra M, Sokal A, Gadula-Gacek E, et al. Remote supervision to decrease hospitalization rate (RESULT

study in patients with implanted cardioverter-defibrillator. *Europace*. 2020;22(5):769-776. DOI:10.1093/europace/eaab072

24. Guan H, Dai G, Gao W, et al. A 5-Year Survival Prediction Model for Chronic Heart Failure Patients Induced by Coronary Heart Disease with Traditional Chinese Medicine Intervention. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2021; 2021:4381256. DOI:10.1155/2021/4381256

25. Karamichalakis N, Parissis J, Bakosis G. Implantable devices to monitor patients with heart failure. *Heart Fail Rev*. 2018;23(6):849-857. DOI:10.1007/s10741-018-9742-8

## References

- 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. *Kardiologia*. 2021;61(4):4-14. (In Russ.). DOI :10.18087/cardiо.2021.4.n1628
- Benjamin E, Muntner P, Alonso A, et al. AHA statistical update: heart disease and stroke statistics – 2019 update. A report from the American Heart Association. *Circulation*. 2019;139:56–528. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000659
- Kagrananova SR, Chicherina EN. Modern concept of chronic heart failure. *Far Eastern Medical Journal*. 2019;3:96-100 (In Russ.). DOI:10.35177/1994-5191-2019-3-96-100
- Drapkina OM, Boytsov SA, Omelyanovskiy VV et al. Socio-economic impact of heart failure in Russia. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(6):4490. (In Russ.). DOI:10.15829/1560-4071-2021-4490
- Lesyuk W, Kriza C, Kolominsky-Rabas P. Cost-of-illness studies in heart failure: asystematic review 2004-2016. *BMC CardiovascDisord*. 2018;18(1):74. DOI:10.1186/s12872-018-0815-3
- Shafie AA, Tan YP, Ng CH. Systematic review of economic burden of heart failure. *HeartFailRev*. 2018;23:131-45. DOI:10.1007/s10741-017-9661-0
- Ryu S. Telemedicine: Opportunities and Developments in Member States: Report on the Second Global Survey on eHealth 2009 (Global Observatory for eHealth Series, Volume 2). *Healthc Inform Res*. 2012;18(2):153–5. DOI: 10.4258/hir.2012.18.2.153
- Garanin AA, Mullova IS, Shkaeva OV, Duplyakova PD, Duplyakov DV. Remote monitoring of outpatients discharged from the emergency cardiac care department. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(35):5072. (In Russ.). DOI:10.15829/1560-4071-2022-5072
- Pyrikova NV, Mozgunov NA, Oslpova IV. Results of pilot remote monitoring of heart failure patients. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2022;21(6):3151. (In Russ.). DOI:10.15829/1728-8800-2022-3151.
- Brahmbhatt D, Cowie M. Remote management of heart failure: an overview of telemonitoring technologies. *CARDFailRev*. 2019;5:86–92. DOI: 10.15420/cfr.2019.5.3
- Bardy P. 1 - The Advent of Digital Healthcare. *Elsevier*. 2019. 1: 3-17. DOI:10.1016/B978-1-78548-304-2.50001-2
- Dickinson MG, Allen LA, Albert NA, et al. Remote monitoring of patients with heart failure: a white paper from the heart failure society of america scientific statements committee. *J. Card. Fail.* 2018; 24(10): 682–94. DOI:10.1016/j.cardfail.2018.08.011
- Ding H, Jayasena R, Chen S, et al. The Effects of Telemonitoring on Patient Compliance With Self-Management Recommendations and Outcomes of the Innovative Telemonitoring Enhanced Care Program for Chronic Heart Failure: Randomized Controlled Trial; *J Med Internet Res* 2020;22(7):17559 DOI: 10.2196/17559
- Kotalczyk A, Imberti JF, Lip GH, Wright DJ. Telemedical Monitoring Based on Implantable Devices-the Evolution Beyond the CardioMEMS™ Technology. *Curr Heart Fail Rep*. 2022 Feb;19(1):7-14. DOI: 10.1007/s11897-021-00537-8
- Abraham WT, Stevenson LW, Bourge RC, Lindenfeld JA, Bauman JG, Adamson PB, CHAMPION Trial Study Group. Sustained efficacy of pulmonary artery pressure to guide adjustment of chronic heart failure therapy: complete follow-up results from the CHAMPION randomised trial. *Lancet*. 2016;387(10017):453-61. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)00723-0
- Givertz MM, Stevenson LW, Costanzo MR, Bourge RC, Bauman JG, Ginn G, Abraham WT, CHAMPION Trial Investigators. Pulmonary Artery Pressure-Guided Management of Patients With Heart Failure and Reduced Ejection Fraction. *J Am CollCardiol*. 2017;70(15):1875-1886. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.08.010
- Angermann C, Assmus B, Anker S, et al. Pulmonary artery pressure-guided therapy in ambulatory patients with symptomatic heart failure: the CardioMEMS European Monitoring Study for Heart Failure (MEMS-HF). *Eur J Heart Fail*. 2020;22(10):1891-1901. DOI: 10.1002/ejhf.1943
- Lindenfeld J, Zile M, Desai A, et al. Haemodynamic-guided management of heart failure (GUIDE-HF): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2021; 398(10304):991-1001. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)01754-2
- Brugts J, Veenis J, Radhoe S et al. A randomised com-

parison of the effect of haemodynamic monitoring with CardioMEMS in addition to standard care on quality of life and hospitalisations in patients with chronic heart failure: Design and rationale of the MONITOR HF multicentrerandomised clinical trial. *Netherlandshart journal*. 2020; 28(1):16-26. DOI: 10.1007/s12471-019-01341-9

20. Lui P, Xing L. "Effect of ICD/CRT-D Implantation on Adverse Events and Readmission Rate in Patients with Chronic Heart Failure (CHF)." *Computational and mathematical methods in medicine*. 2022. 8695291. DOI:10.1155/2022/8695291

21. Albakri A. Medical and Clinical Archives. Implantable cardioverter defibrillator for the prevention of sudden cardiac death: Systematic review and pooled analysis. *Medical and Clinical Archives*. 2019;3. DOI: 10.15761/MCA.1000146

22. Geller J, Lewalter T, Bruun N et al. Implant-based multi-parameter telemonitoring of patients with heart failure and

a defibrillator with vs. without cardiac resynchronization therapy option: a subanalysis of the IN-TIME trial. *Clin Res Cardiol*. 2019; 108(10): 1117-1127. DOI :10.1007/s00392-019-01447-5

23. Tajstra M, Sokal A, Gadula-Gacek E, et al. Remote Supervision to Decrease Hospitalization Rate (RESULT) study in patients with implanted cardioverter-defibrillator. *Europace*. 2020;22(5):769-776. DOI:10.1093/europace/eaas072

24. Guan H, Dai G, Gao W, et al. A 5-Year Survival Prediction Model for Chronic Heart Failure Patients Induced by Coronary Heart Disease with Traditional Chinese Medicine Intervention. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2021; 2021:4381256. DOI:10.1155/2021/4381256

25. Karamichalakis N, Parissis J, Bakosis G. Implantable devices to monitor patients with heart failure. *Heart Fail Rev*. 2018. 23(6): 849-857. DOI: 10.1007/s10741-018-9742-8