

Дистанционные цифровые решения для организации лечения и наблюдения пациентов с сердечной недостаточностью за рубежом

Н. Н. Камынина, Д. А. Андреев

Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы, 115088, Россия, г. Москва, ул. Шарикоподшипниковская, 9

Аннотация

Введение. Сердечно-сосудистая патология занимает первое место в структуре смертности в большинстве стран мира и составляет более чем 30 % всех смертельных исходов. Постоянный мониторинг пациентов с сердечной недостаточностью (СН) играет решающую роль в мероприятиях по снижению кардиоваскулярной смертности. Совершенствование цифровых технологий в данной области будет способствовать повышению качества наблюдения и оказания медицинской помощи пациентам с СН.

Цель. Обобщение результатов применения некоторых известных подходов к цифровизации медицинской помощи пациентам с СН.

Материалы и методы. Исследование выполнено по результатам поиска в базах PubMed и системе Google. Научные статьи на английском языке отбирались по ключевым словам: heart failure, information technologies, remote monitoring, digital technologies и т. д. В случае необходимости также применялись запросы на русском языке по словам: «сердечная недостаточность», «распространенность» и т. д.

Результаты. Изучены примеры цифровых технологий для регистрации показателей здоровья пациентов с СН. Рассмотрены вопросы организации самоконтроля над показателями здоровья, приведены примеры сенсоров и технологий искусственного интеллекта для непрерывного дистанционного наблюдения пациентов, представлены принципы цифровизации процессов достижения приверженности лечению, отражены аспекты телереабилитации.

Обсуждение. Новые элементы цифрового здравоохранения предоставляют широкий набор возможностей. Хотя перечисленные в данной работе цифровые подходы являются перспективными, необходимо дополнительное изучение их эффективности в рамках контролируемых исследований и в реальной практике. Предстоит продолжить развитие концепции по организации непрерывного наблюдения больных с СН. В исследовательских программах следует принимать во внимание все возможности современных технологий с целью поиска и стандартизации оптимальных подходов.

Ключевые слова: сердечная недостаточность, дистанционное наблюдение, цифровые и информационные технологии

Для цитирования: Камынина, Н. Н. Дистанционные цифровые решения для организации лечения и наблюдения пациентов с сердечной недостаточностью за рубежом / Н. Н. Камынина, Д. А. Андреев // Здоровье мегаполиса. – 2023. – Т. 4, вып. 3. – С. 112–119. – DOI: 10.47619/2713-2617.zm.2023.v.4i3;112-119

Remote Digital Solutions for Organization of Treatment and Monitoring of Patients with Heart Failure Abroad

N. N. Kamynina, D. A. Andreev

Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of Moscow Healthcare Department,
9, Sharikopodshpnikovskaya ul., Moscow, 115088, Russian Federation

Abstract

Introduction. Cardiovascular pathology is one of the leading causes of global mortality burden, being responsible for more than 30% of all deaths. Continuous monitoring of patients with heart failure is crucial in developing measures aimed at reducing cardiovascular mortality. The advancement of digital technologies in this field will improve the quality of monitoring and treatment of patients with heart failure.

Objective. The goal of the study was to summarize the results of implementation of some well-known approaches to digital healthcare for patients with heart failure.

Materials and methods. The data is obtained from PubMed databases and Google search results. Scientific articles in English were selected by the following keywords: "heart failure", "information technologies", "remote monitoring", "digital technologies", etc. In some cases, the search was also conducted in the Russian Internet segment using such keywords as "сердечная недостаточность [heart failure]", "распространенность [prevalence]", etc.

Results. The use of digital technologies for recording health indicators in people with heart failure has been examined. The aspects of self-monitoring of health indicators are considered, examples of sensor and artificial intelligence technologies for continuous remote monitoring of patients are given, the principles of digital patient management for achieving adherence to treatment are presented, aspects of remote rehabilitation using telehealth technologies are discussed.

Discussion. New elements of digital health provide a wide range of opportunities. Although the approaches listed in this paper are promising, further study of their effectiveness in controlled trials and in real practice is needed. It is necessary to continue developing the concept of continuous monitoring of patients with heart failure. Research programs should take into account all the possibilities of modern technologies in order to find and standardize the best approaches.

Keywords: heart failure, remote monitoring, digital and information technologies

For citation: Kamynina N. N., Andreev D. A. Remote Digital Solutions For the Organization of Treatment and Monitoring of Patients With Heart Failure Abroad. *City Healthcare*, 2023, vol. 4, iss. 3, pp. 112-119. doi: 10.47619/2713-2617.zm.2023.v.4i3;112-119 (in Russian).

Введение

В большинстве стран мира сердечно-сосудистая патология занимает первое место и составляет более чем 30 % всех смертельных исходов [1]. Высокий риск смертности связан с развитием сердечной недостаточности (СН). Распространенность, в частности, хронической СН в Европейском регионе Российской Федерации по литературным данным может составлять не менее 7 % [2]. Отмечен прирост распространенности ХСН за период с 1998 по 2017 г. [2].

Существуют основания предполагать, что растущее бремя сердечно-сосудистых заболеваний, в частности СН, может привести к недостатку традиционных ресурсов, предназначенных для оказания медицинской помощи пациентам (например, возможностей патронажной сестринской службы, проводящей наблюдение пациентов с СН) [1]. Постоянный мониторинг состояния здоровья пациентов с СН играет решающую роль в мероприятиях по снижению кардиоваскулярной смертности. В условиях увеличения потока пациентов может возрасти роль автоматизированных и информационных технологий. Одновременно предполагается, что внедрение цифровых технологий будет способствовать улучшению наблюдения и оказания медицинской помощи пациентам с СН в уже сложившихся реалиях [3].

Инструменты цифрового здравоохранения включают применение разнообразных информационных и коммуникационных систем с целью улучшения здоровья населения, а элементы «мобильного здравоохранения» направлены на укрепление здоровья. Наиболее новые подходы основаны на средствах мобильного здравоохранения, включающих применение беспроводных технологий, мобильных средств связи, различных девайсов [1]. Растет число данных доказательной медицины, свидетельствующих в пользу применимости этих технологий при организации всех этапов профилактического и лечебно-диагностического процессов, связанных с обеспечением медицинского менеджмента. Внедрение ИТ также способствует снижению тяжести проявлений серьезных сопутствующих заболеваний у пациентов с СН. В связи с большим объемом медицинской информации и широким разнообразием принципов организации цифровой медицины появляются вопросы, связанные с отбором наиболее значимых, ключевых медицинских данных, обладающих высокой ценностью и достаточностью [4; 5].

Нужно отметить, что в опубликованных статьях по данной теме по-прежнему все больше внимания уделяется планированию и проведению разносторонних исследований потенциала цифровых технологий, включая описание приме-

ров, оказавших значительное влияние на текущую медицинскую практику [4; 5].

Целью данного исследования стало обобщение результатов применения некоторых известных подходов к цифровизации медицинской помощи пациентам с СН, а также опубликованных итогов исследований их реализации.

Материалы и методы

Исследование выполнено по результатам поиска в базах PubMed и системе Google. Научные статьи на английском языке отбирались по ключевым словам: "heart failure", "information technologies", "remote monitoring", "digital technologies" etc. В случае необходимости также применялись запросы на русском языке по словам: «сердечная недостаточность», «распространенность» и т. д.

Результаты

1. Организация само- и дистанционного контроля над проявлениями сердечной недостаточности

Часто пациентам приходится самостоятельно дома контролировать симптомы СН. Самоконтроль над течением заболевания достигается путем регистрации проявлений СН, соблюдения режимов назначенной терапии и разработанных программ коррекции образа жизни, включая приверженность диете и рекомендованному уровню физической активности [6]. Разработаны рекомендации по организации самоконтроля над симптомами СН [6]. При организации самоконтроля могут применяться инструменты так называемой экосистемы «умного дома». С использованием технологии достижения консенсуса на основе модифицированной методики Delphi в литературе было определено 34 ключевых параметра, необходимых для организации домашней экосистемы, включающих контроль таких аспектов, как: здоровое питание, вес, потребление жидкости, физическая активность, поведение, наблюдение за симптомами СН, отказ от курения и ментальное здоровье [7].

В этой модели предполагается, что собираемые персонифицированные данные от пациента могут накапливаться в специальном цифровом «облаке», обрабатываться с помощью искусственного интеллекта и отправляться в медицинскую организацию для обеспечения процесса коммуникации с пациентом путем визуализации клинических сведений (разнообразные «дашборды»). Данная технология позволяет выбирать согласованные с пациентом алгоритмы терапии и способствует улучшению взаимодействия между

Таблица 1 – Обзор цифровых технологий, применяемых в лечении пациентов с сердечной недостаточностью (адаптировано из: Krzesiński et al., 2023 [9]);
Table 1 – Overview of digital technologies applied to treatment of patients with heart failure (adapted from Krzesiński et al., 2023 [9])

Дистанционный контроль над проявлениями СН
• Видео(теле)консультации, виртуальные визиты, «виртуальные палаты» • Структурированная, системная поддержка по телефону, система автоматического анализа голоса • Передача информации о симптомах и проявлениях (например, с помощью приложений) • «Телереабилитация пациентов» • Дистанционная поддержка образовательных проектов для пациентов и психологическое консультирование
Телемониторинг
• Инвазивный цифровой мониторинг (например, имплантируемые гемодинамические мониторы) • Неинвазивный дистанционный мониторинг жизненных показателей – переносные и стационарные девайсы (например, измерение артериального давления, частоты сердечных сокращений, веса, сатурации кислорода, выполнение электрокардиограммы, измерение уровня глюкозы, физической активности и т. д.)
Дополнительные цифровые инструменты поддержки лечебно-диагностического процесса
• Электронные медицинские карты • Электронные телемедицинские платформы, «облачные пространства» • Компьютерные алгоритмы, машинное обучение, искусственный интеллект (стратификация по рискам, диагностика, поддержка применения клинических рекомендаций)

специалистами здравоохранения и пациентом [7]. В недавнем исследовании Scherrenberg et al изучались результаты так называемой «госпитализации на дому» пациентов с острой декомпенсацией при СН после тщательного обследования [8]. В качестве конечных точек брали удовлетворенность пациентов, приверженность режимам, применимость и безопасность [8]. Было показано, что «госпитализация на дому» с поддержкой цифровыми технологиями может являться альтернативой обычной госпитализации пациентов всех изучаемых возрастных групп. В целом подходы к самоконтролю могут быть интегрированы в дистанционные цифровые сервисы (табл. 1).

2. Сенсоры и технологии искусственного интеллекта для непрерывного дистанционного наблюдения пациентов

Важным условием успешного лечения пациентов с СН является реализация концепции непрерывного мониторинга показателей здоровья. Одним из широко распространенных компонентов цифрового здравоохранения является организация и проведение телемониторинга (телемедицина). Во многих исследованиях изучалась результативность применения телемониторинга в лечении пациентов с СН. К сожалению, в клинических исследованиях были получены противоречивые результаты. В одних исследованиях продемонстрировано улучшение качества жизни и выживаемости пациентов (не менее чем на 20 %), снижение частоты госпитализаций и снижение затратности [10], но в других контролируемых исследованиях обнаружено, например, что применение телемониторинга не улучшает исходы у недавно госпитализированных паци-

ентов, включая частоту повторных госпитализаций по любым причинам и общую смертность от всех причин [11].

Кроме того, применение различных девайсов не всегда оказывалось успешным. Было, например, показано, что проведение терапии СН, основанной на данных удаленного телемониторинга симптомов, веса и торакальных биомаркеров с помощью имплантируемых электронных устройств (даже интегрированных в систему «дистанционной телемедицины»), не приводило к улучшению общих клинических исходов [12]. Наоборот, обнадеживающие результаты были получены при применении расчетов на основе мультисенсорного алгоритма HeartLogic, в том числе при интерпретации результатов в комбинации с оценкой стандартных биомаркеров (N-концевой натрийуретический пептид про-В-типа). Этот подход оказался интересным при проведении стратификации пациентов по группам риска (идентификация временных интервалов, когда пациенты подвержены наибольшему риску), хотя окончательные выводы еще предстоит получить [13]. Следует отметить, что этот сценарий позволяет оптимизировать распределение медицинских ресурсов, основываясь на идентификации пациентов высокого риска. Поскольку эти пациенты нуждаются в более пристальном наблюдении, то их выявление в общем потоке является оправданным.

Среди других разработок имплантируемых датчиков можно назвать устройства для измерения гемодинамических показателей, в частности давления в легочной артерии (Cordella, Endotronix Inc.) или давления в левом предсердии (V-LAP, Vectorious Medical) [14; 15]. Новые исследования демонстрируют эффективность подходов с приме-

нием электронных имплантируемых девайсов [16; 17]. Продолжается мониторинг результативности различных устройств. Вероятное снижение числа госпитализаций при применении гемодинамических сенсоров может достигать около 30 % [18]. Кроме того, наблюдается переход от инвазивных к малоинвазивным сенсорам. Примером малоинвазивной системы контроля показателей может являться технология Remote Dielectric Sensing (ReDS, дистанционное измерение диэлектрических свойств). Оборудование включает в себя переносной жилет и 2 датчика, позволяющие проводить неинвазивное измерение содержания жидкости в легких пациента. Снижение числа повторных госпитализаций среди пациентов с СН, наблюдавшихся с применением ReDS, составило около 60 % [19; 20].

Одной из современных разработок неинвазивного мониторинга является система SCALE-HF 1 (от англ. Surveillance and Alert-Based Multiparameter Monitoring to Reduce Worsening Heart Failure Events, наблюдение и мультипараметрический мониторинг на основе предупреждений, предназначенный для уменьшения случаев развития осложнений сердечной недостаточности) [21]. Шкала «взвешивает» различные гемодинамические параметры. Технология предназначена для совершенствования расчета функционального сердечного индекса, позволяющего получить предиктивные данные, свидетельствующие об ухудшении степени выраженности СН [21]. Отмечается прорыв в разработке систем анализа медицинских данных на основе искусственного интеллекта. Системы анализируют различные физиологические параметры и предоставляют информацию об индивидуальных рисках для пациентов (пациенто-ориентированный подход), что позволяет своевременно принимать меры профилактики развития осложнений СН [22].

Новым словом в разработке технологий анализа клинических показателей является запись свойств голоса пациента, рассматриваемых в качестве биомаркеров. В исследованиях постепенно обнаруживается, что специфические характеристики голоса пациента с СН могут быть ассоциированы с плохим прогнозом: смертельный исход, повторная госпитализация [23]. В качестве других девайсов для телемониторинга в литературе упоминаются приборы для неинвазивной регистрации давления в яремной вене, беспроводные биосенсоры для регистрации веса и т. д. [24; 25].

3. Мониторинг приверженности пациентов терапии и здоровому образу жизни

Для лечения пациентов с СН используются сложные алгоритмы. Успешная реализация программы лечения возможна только при соблюдении приверженности пациентов к назначенной

терапии. В этой связи возрастает роль технологий электронного здравоохранения, напоминающих пациентам с хроническими заболеваниями о необходимости приема лекарственных средств. Для этого разрабатываются системы оповещения по СМС и различным чатам. К настоящему времени накоплены противоречивые результаты о влиянии цифровых технологий на приверженность терапии и образ жизни пациентов [26; 27]. В исследованиях отмечено позитивное влияние систем, напоминающих пациенту о необходимости приема лекарств вовремя [28].

В пандемию коронавируса получили популярность так называемые «виртуальные визиты» пациентов. Клинические исследования, проведенные с целью развития разнообразных телекоммуникационных технологий, и их апробация продемонстрировали перспективность реализации модели «виртуальных визитов». При этом технологические затруднения отмечались только у 10 % пациентов, включенных в исследование, что подтверждает успех применения этой стратегии [29; 30].

4. Телереабилитация пациентов с сердечной недостаточностью

На практике, несмотря на строгие рекомендации по амбулаторной реабилитации пациентов с хронической СН, по разным причинам она оказывается труднодоступной для некоторых пациентов [31]. В исследованиях накапливаются результаты, свидетельствующие в пользу эффективности применения дистанционной реабилитации пациентов с СН. В частности, в систематическом обзоре Gao et al авторы приходят к заключению о хороших результатах применения этой технологии, реализуемой на дому [32]. Исследователи отмечают, что телереабилитация обладает большим потенциалом и может применяться в самостоятельном виде или в дополнение к реабилитации в централизованных организациях кардиологического профиля. В исследовании Cavallheiro et al. был проведен крупный метаанализ рандомизируемых контролируемых исследований и также показано, что телереабилитация является эффективным методом улучшения функционального статуса и качества жизни пациентов [33].

Новым примером в пользу эффективности телереабилитации может являться рандомизированное контролируемое исследование Lundgren et al, в котором оценивалась эффективность 3-месячной реабилитации (или эквивалент 24 сессиям) на дому на основе физических упражнений под дистанционным руководством опытного физиотерапевта среди пациентов с СН, не желающих или не подходящих для стандартной реабилитации в амбулатории [31]. Общение

с пациентами было организовано путем применения специального программного обеспечения для осуществления онлайн-видеоконференций два раза в неделю. Большинство пациентов испытывали ощущение безопасности выполнения упражнений под руководством на дому. В работе предполагается, что телереабилитация расширит возможности реабилитации при СН, хотя для окончательного установления ее пользы может потребоваться проведение более крупных клинических исследований.

Обсуждение

Рассмотренные в данной работе примеры в большинстве случаев подтверждают применимость ИТ в достижении контроля над проявлениями СН. В настоящее время доступно огромное число неинвазивных инструментов мобильного здравоохранения, представляющих интерес для организации медицинской практики лечения пациентов. Новые элементы цифрового здравоохранения предоставляют широкий набор возможностей. Тем не менее остаются отдельные нерешенные вопросы.

В научных материалах порой представлены противоречивые или гетерогенные результаты исследований. Противоречивость результатов часто объясняется различиями в дизайне и методах исследований. Кроме того, отличаются характеристики и определение групп контроля. Хотя перечисленные в данной работе цифровые подходы являются перспективными, необходимо дополнительное изучение их эффективности в рамках контролируемых исследований и в реальной практике. Валидация медицинских технологий является закономерным и важным этапом их отбора и широкого внедрения. В связи с этим может потребоваться формирование специализированных регистров и баз медицинских данных.

Предстоит продолжить развитие концепции по организации непрерывного «цифрового наблюдения» больных с СН. В исследовательских программах следует принимать во внимание все возможности современных цифровых технологий с целью поиска и стандартизации оптимальных подходов. Совершенствование информационных систем, опирающихся на действующие клинические рекомендации по лечению больных с СН, позволит значительно улучшить качество и доступность медицинской помощи.

References

1. Gray R., Indraratna P., Lovell N., Ooi S.-Y. Digital health technology in the prevention of heart failure and coronary artery disease. *Cardiovasc Digit Heal J*, 2022, vol. 3, no. 6, pp. S9-S16.
2. Polyakov D. S., Fomin I. V., Belenkov Y. N., Mareev V. Y., Ageev F. T., Artemjeva E. G., Badin Yu. V., Bakulina E. V., Vinogradova N. G., Galyavich A. S., Ionova T. S., Kamalov G. M., Kechedzhieva S. G., Koziolova N. A., Malenkova V. Yu., Malchikova S. V., Mareev Yu. V., Smirnova E. A., Tarlovskaya E. I., Shcherbinina E. V., Yakushin S. S. Chronic heart failure in the Russian Federation: what has changed over 20 years of follow-up? Results of the EPOCH-CHF study. *Kardiologiya*, 2021, vol. 61, no. 4, pp. 4-14.
3. McBeath K. C. C., Angermann C. E., Cowie M. R. Digital technologies to support better outcome and experience of care in patients with heart failure. *Curr Heart Fail Rep*, 2022, vol. 19, no. 3, pp. 75-108. doi: <https://doi.org/10.1007/s11897-022-00548-z>.
4. DeVore A. D., Wosik J., Hernandez A. F. The Future of Wearables in Heart Failure Patients. *JACC Hear Fail*, 2019, vol. 7, no. 11, pp. 922-932.
5. Farwati M., Riaz H., Tang W. H. W. Digital Health applications in heart failure: A critical appraisal of literature. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*, 2021, vol. 23, no. 2, pp. 12.
6. Jaarsma T., Hill L., Bayes-Genis A., La Rocca H.-P. B., Castiello T., Čelutkienė J., Marques-Sule E., Plymen C. M., Piper S. E., Riegel B., Rutten F. H., Gal T. B., Bauersachs J., Coats A. J. S., Chioncel O., Lopatin Yu., Lund L. H., Lainscak M., Moura B., Mullens W., Piepoli M. F., Rosano G., Seferovic P., Strömberg A. Self-care of heart failure patients: Practical management recommendations from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail*, 2021, vol. 23, no. 1, pp. 157-174.
7. Islam S. M. S., Nourse R., Uddin R., Rawstorn J. C., Maddison R. Consensus on recommended functions of a smart home system to improve self-management behaviors in people with heart failure: A modified delphi approach. *Front Cardiovasc Med*, 2022, vol. 9.
8. Scherrenberg M., Leenen J. P., van der Velde A. E., Boyne J., Bruins W., Vranken J., Brunner-La Rocca H.-P., De Kluiver E. P., Dendale P. Bringing the hospital to home: Patient-reported outcome measures of a digital health-supported home hospitalisation platform to support hospital care at home for heart failure patients. *Digit Heal*, 2023, vol. 9, pp. 20552076231152176.

9. Krześciński P. Digital health technologies for post-discharge care after heart failure hospitalisation to relieve symptoms and improve clinical outcomes. *J Clin Med*. 2023, vol. 12, no. 6, pp. 2373.
10. Clark R. A., Inglis S. C., McAlister F. A., Cleland J. G. F., Stewart S. Telemonitoring or structured telephone support programmes for patients with chronic heart failure: Systematic review and meta-analysis. *BMJ*, 2007, vol. 334, no. 7600, pp. 942.
11. Chaudhry S. I., Mattera J. A., Curtis J. P., Spertus J. A., Herrin J., Lin Z., Phillips Ch. O., Hodshon B. V., Cooper L. S., Krumholz H. M. Telemonitoring in patients with heart failure. *N Engl J Med*, 2010, vol. 363, no. 24, pp. 2301-2309.
12. Samara M. A., Wilson Tang W. H. Device monitoring strategies in acute heart failure syndromes. *Heart Fail Rev*, 2011, vol. 16, no. 5, pp. 491-502.
13. Gardner R. S., Singh J. P., Stancak B., Nair D. G., Cao M., Schulze C., Thakur P. H., An Qi, Wehrenberg S., Hammill E. F., Zhang Yi, Boehmer J. P. HeartLogic Multisensor Algorithm Identifies Patients During Periods of Significantly Increased Risk of Heart Failure Events. *Circ Heart Fail*, 2018, vol. 11, no. 7.
14. Guichard J. L., Sharif F., Forouzan O., Martina J., Klein L. A procedural guide for implanting the cordella pulmonary artery pressure sensor. *J Invasive Cardiol*, 2023, vol. 35, no. 2, pp. E75-E83.
15. Perl L., Meerkin D., D'amario D., Avraham B. B., Gal T. B., Weitsman T., Hasin T., Ince H., Feickert S., D'ancona G., Schaefer U., Sievert H., Leyva F., Whinnett Z. I., Di Mario C., Jonas M., Glikson M., Habib M., Caspi O., Koren O., Abraham W. T., Kornowski R., Crea F. The V-LAP system for Remote left atrial pressure monitoring of patients with heart failure: Remote Left atrial pressure monitoring. *J Card Fail*, 2022, vol. 28, no. 6, pp. 963-972.
16. D'Amario D., Meerkin D., Restivo A., Ince H., Sievert H., Wiese A., Schaefer U., Trani C., Bayes-Genis A., Leyva F., Whinnett Z. I., Di Mario C., Jonas M., Manhal H., Amat-Santos I. J., Del Trigo M., Gal T. B., Avraham B. B., Hasin T., Feickert S., D'Ancona G., Altisent O. A.-J., Koren O., Caspi O., Abraham W. T., Crea F., Anker S. D., Kornowski R., Perl L. Safety, usability, and performance of a wireless left atrial pressure monitoring system in patients with heart failure: the VECTOR-HF trial. *Eur J Heart Fail*, 2023, vol. 25, no. 6, pp. 902-911.
17. Nagy B., Pál-Jakab Á., Kiss B., Orbán G., Sélley T. L., Dabasi-Halász Z., Móka B. B., Gellér L., Merkely B., Zima E. Remote management of patients with cardiac implantable electronic devices during the COVID-19 Pandemic. *J Cardiovasc Dev Dis*, 2023, vol. 10, no. 5.
18. Givertz M. M., Stevenson L. W., Costanzo M. R., Bourge R. C., Bauman J. G., Ginn G., Abraham W. T. Pulmonary Artery pressure-guided management of patients with heart failure and reduced ejection fraction. *J Am Coll Cardiol*, 2017, vol. 70, no. 15, pp. 1875-1886.
19. Fudim M., Abraham W. T., von Bardeleben R. S., Lindenfeld J., Ponikowski P. P., Salah H. M., Khan M. Sh., Sievert H., Stone G. W., Anker S. D., Butler J. Device therapy in chronic heart failure: JACC state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol*, 2021, vol. 78, no. 9, pp. 931-956.
20. Abraham W. T., Anker S., Burkhoff D., Cleland J., Gorodeski E., Jaarsma T., Small R., Lindenfeld J., Miller A., Ogenstad S., Pinney S., Zimmer R., Eckman P., Koren M., McRae T., Klein L., Amir O., Costanzo M. R., Uriel N. 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, no. 11, pp. 938.
21. Fudim M., Yazdi D., Egolum U., Haghighat A., Kottam A., Sauer A. J., Shah H., Kumar P., Rakita V., Centen C., Ozonat K., Smith S., DeVore A. D. Use of a cardiac scale to predict heart failure events: Design of SCALE-HF 1. *Circ Heart Fail*, 2023, vol. 16, no. 5, pp. e010012.
22. Stehlik J., Schmalfuss C., Bozkurt B., Nativi-Nicolau J., Wohlfahrt P., Wegerich S., Rose K., Ray R., Schofield R., Deswal A., Sekaric J., Anand S., Richards D., Hanson H., Pipke M., Pham M. Continuous wearable monitoring analytics predict heart failure hospitalization: The LINK-HF multicenter study. *Circ Heart Fail*, 2020, vol. 13, no. 3, pp. e006513.
23. Maor E., Perry D., Mevorach D., Taiblum N., Luz Y., Mazin I., Lerman A., Koren G., Shalev V. Vocal biomarker is associated with hospitalization and mortality among heart failure patients. *J Am Heart Assoc*, 2020, vol. 9, no. 7, pp. e013359.
24. Amelard R., Hughson R. L., Greaves D. K., Pfisterer K. J., Leung J., Clausi D. A., Wong A. Non-contact hemodynamic imaging reveals the jugular venous pulse waveform. *Sci Rep*, 2017, vol. 7, pp. 40150.
25. Elian A., Sada N., Elfadel I., Saeed M., Shabra A. A preliminary evaluation of continuous, shoe-integrated weight measurements for heart failure patients. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc IEEE Eng Med Biol Soc Annu Int Conf*. 2016, 2016, pp. 4768-4771.
26. Jakicic J. M., Davis K. K., Rogers R. J., King W. C., Marcus M. D., Helsel D., Rickman A. D., Wahed A. S., Belle S. H. Effect of Wearable technology combined with a lifestyle intervention on long-term weight loss: The IDEA Randomized clinical trial. *JAMA*, 2016, vol. 316, no. 11, pp. 1161-1171.
27. Thakkar J., Kurup R., Laba T.-L., Santo K., Thiagalingam A., Rodgers A., Woodward M., Redfern J., Chow C. K. Mobile telephone text messaging for medication adherence in chronic disease: A meta-analysis. *JAMA Intern Med*, 2016, vol. 176, no. 3, pp. 340-349.

28. Sharma A., Mentz R. J., Granger B. B., Heitner J. F., Cooper L. B., Banerjee D., Green C. L., Majumdar M. D., Eapen Z., Hudson L., Felker G. M. Utilizing mobile technologies to improve physical activity and medication adherence in patients with heart failure and diabetes mellitus: Rationale and design of the TARGET-HF-DM Trial. *Am Heart J*, 2019, vol. 211, pp. 22-33.
29. Gorodeski E. Z., Goyal P., Cox Z. L., Thibodeau J. T., Reay R. E., Rasmusson K., Rogers J. G., Starling R. C. Virtual visits for care of patients with heart failure in the era of COVID-19: A statement from the Heart Failure Society of America. *J Card Fail*, 2020, vol. 26, no. 6, pp. 448-456.
30. Gorodeski E. Z., Moennich L. A., Riaz H., Jehi L., Young J. B., Tang W. H. W. Virtual versus in-person visits and appointment no-show rates in heart failure care transitions, vol. 13, *Circulation. Heart failure*. United States, 2020, p. e007119.
31. Lundgren K. M., Langlo K. A. R., Salvesen Ø., Zanaboni P., Cittanti E., Mo R., Ellingsen Ø., Dalen H., Aksetøy I.-L. A. Feasibility of telerehabilitation for heart failure patients inaccessible for outpatient rehabilitation. *ESC Hear Fail*, 2023, vol. 10, no. 4, pp. 2406-2417.
32. Gao Y., Wang N., Zhang L., Liu N. Effectiveness of home-based cardiac telerehabilitation in patients with heart failure: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *J Clin Nurs*, 2023. doi: 10.1111/jocn.16726.
33. Cavaleiro A. H., Silva Cardoso J., Rocha A., Moreira E., Azevedo L. F. Effectiveness of tele-rehabilitation programs in heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Heal Serv insights*, 2021, vol. 14, pp. 11786329211021668.

Информация о статье

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Вклад авторов: Н. Н. Камынина – разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, редактирование текста;

Д. А. Андреев – подготовка и анализ данных, написание текста рукописи

Article info

Conflict of interest: the authors declare that there is no conflict of interest.

Funding: the authors received no financial support for the research.

Authors' contributions: NN Kamynina – development of study design, review of subject-related articles, manuscript editing;

DA Andreev – preprocessing and analysis of data, manuscript writing

Сведения об авторах

Камынина Наталья Николаевна – д-р мед. наук, профессор, заместитель директора по научной работе ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», <https://orcid.org/0000-0002-0925-5822>

Андреев Дмитрий Анатольевич – Ph. D. (Erasmus University Medical Center), ведущий научный сотрудник ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», <https://orcid.org/0000-0003-0745-9474>

About authors

Natalya N. Kamynina – Ph.D., Professor, Deputy Director for Research of the State Budgetary Institution “Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of Moscow Healthcare Department”, <https://orcid.org/0000-0002-0925-5822>

Dmitry A. Andreev – Ph.D. (Erasmus University Medical Center), Leading Researcher of the State Budgetary Institution “Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of the Moscow Healthcare Department”, <https://orcid.org/0000-0003-0745-9474>

Для корреспонденции

Андреев Дмитрий Анатольевич
AndreevDA@zdrav.mos.ru

Corresponding author

Dmitry A. Andreev
AndreevDA@zdrav.mos.ru