

Насонова С. Н.<sup>1</sup>, Лаптева А. Е.<sup>1</sup>, Жиров И. В.<sup>1,2</sup>, Терещенко С. Н.<sup>1,2</sup>, Бойцов С. А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «РКНПК» Минздрава РФ, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ДПО «РМАНПО» Минздрава РФ, Москва, Россия

## ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ПАЦИЕНТОВ С СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ В РЕАЛЬНОЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Распространенность хронической сердечной недостаточности (ХСН) неуклонно растет, что ассоциируется с увеличением частоты госпитализаций, заболеваемости и смертности пациентов. При этом увеличение частоты повторных госпитализаций приводит к увеличению экономических затрат и ухудшению качества жизни пациентов. С целью уменьшения незапланированных госпитализаций и снижения смертности необходимо улучшать амбулаторную помощь пациентам, что может быть достигнуто путем применения телемедицинских технологий. Целью обзора являлся сбор и анализ имеющихся на сегодня данных по применению технологии телемониторинга у пациентов с ХСН. Был проведен систематический поиск и анализ результатов исследований, опубликованных с 2010 по 2020 г., в базах данных Web of Science, Scopus, PubMed/MEDLINE.

**Ключевые слова** Хроническая сердечная недостаточность; дистанционный мониторинг; госпитализация; cardioMEMS

**Для цитирования** Nasonova S.N., Lapteva A. E., Zhiron I.V., Tereshchenko S.N., Boytsov S.A. Remote monitoring in patients with chronic heart failure in real clinical practice. *Kardiologiia*. 2021;61(8):76–86. [Russian: Насонова С.Н., Лаптева А.Е., Жиров И.В., Терещенко С.Н., Бойцов С.А. Дистанционный мониторинг пациентов с сердечной недостаточностью в реальной клинической практике. *Кардиология*. 2021;61(8):76–86]

**Для цитирования** Лаптева Анастасия Евгеньевна. E-mail: anastasiyalapteva95@gmail.com

Сердечная недостаточность является главной причиной госпитализации пациентов старшей возрастной группы во всем мире [1], причем отмечается неуклонный рост числа таких больных [2]. Госпитализация лиц с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) является неблагоприятным прогностическим фактором и ассоциируется с увеличением частоты повторных госпитализаций и смертности [3, 4]. Так, в течение месяца после выписки из стационара повторно госпитализируются около 25% больных старшего возраста, а в течение года – около 70% [5]. Можно с уверенностью констатировать, что проблема лечения сердечной недостаточности остается наиболее актуальной для здравоохранения всех стран мира [6].

В России вопрос пациентов с ХСН и острой декомпенсацией хронической сердечной недостаточности (ОДХСН) стоит не менее остро. По данным эпидемиологического исследования, распространенность ХСН любого функционального класса (ФК) по классификации Нью-Йоркской кардиологической ассоциации (НУНА) в Европейской части РФ составила 7% и ХСН III–IV ФК – 2,1%, что делает это заболевание одним из самых распространенных среди пациентов кардиологического профиля [7]. При этом, несмотря на оптимальное медикаментозное лечение и контроль после выписки из стационара, однолетняя и пятилетняя летальность больных с клинически выраженной ХСН достигает 7 и 24% соответственно среди лиц старше 60 лет и 20 и 54% среди лиц старше 80 лет [8].

Таким образом, снижение числа повторных госпитализаций крайне необходимо не только для уменьшения экономических затрат [9], но и, что наиболее важно, для снижения риска смерти пациентов с ХСН. В свою очередь, можно надеяться, что предупреждение ОДХСН позволит снизить количество госпитализаций, и, соответственно, улучшить прогноз пациентов с ХСН.

Согласно имеющимся рекомендациям по лечению ХСН все пациенты при выписке из стационара должны получить рекомендации по самоконтролю, медикаментозной и немедикаментозной терапии. Так, пациенты должны соблюдать рациональный водно-солевой баланс, уделять внимание физической активности, проводить самоконтроль веса, артериального давления (АД), частоты сердечных сокращений (ЧСС) [10].

Наряду с самоконтролем и диспансерным наблюдением существуют и иные системы удаленного контроля за пациентом. Под такой системой принято подразумевать телемониторинг. В разных исследованиях телемедицинские технологии, используемые для контроля за пациентами с ХСН, имеют различные результаты [11]. Несколько мета-анализов свидетельствуют о клинических преимуществах телемониторинга, однако многочисленные клинические испытания не подтвердили ее влияния на снижение госпитализации по причине ОДХСН [12–21].

На сегодняшний день остается неясным вопрос, какие именно параметры должны быть проанализированы для прогнозирования наступления декомпенсации ХСН.

Мы поставили своей целью описать результаты исследований, проведенных для проверки гипотезы о целесообразности дистанционного мониторинга у пациентов с сердечной недостаточностью.

Изначально мы разделили дистанционный мониторинг на осуществляемый медицинским персоналом и проводящийся при помощи имплантированных устройств. Нами был проведен систематический поиск клинических исследований, систематических обзоров, мета-анализов, посвященных изучению влияния дистанционного мониторинга на симптомы и прогноз пациентов с ХСН, опубликованных с 2010 по 2020 г. в базах данных Web of Science, Scopus, PubMed/MEDLINE. Поиск осуществлялся двумя авторами независимо друг от друга. Исследования были проверены на соответствие критериям отбора: язык публикации – русский или английский, число включенных в исследование пациентов – не менее 50. Ограничения по дизайну исследования не применялись. При поиске использовались следующие ключевые слова: хроническая сердечная недостаточность, дистанционный мониторинг, телемониторинг, внутригрудной импеданс, CardioMEMS, telemedical monitoring, telemonitoring, remote patient management, chronic heart failure, intrathoracic impedance. В наш обзор вошли публикации, наиболее удовлетворяющие заявленной тематике.

### Дистанционный мониторинг, осуществляемый медицинским персоналом (табл. 1)

В исследование WISH [12] было включено 344 пациента с ХСН, из них 57% имели сниженную фракцию выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) – менее 30%, средний возраст пациентов составил 73 года. Все пациенты были разделены на две группы. Пациенты обеих групп должны были ежедневно взвешиваться, а пациенты первой группы также осуществлять передачу данных о массе тела в электронном виде в клинику сердечной недостаточности. В случае увеличения веса более чем на 2 кг за 3 дня пациенты должны были обратиться в клинику. Предполагалось, что ежедневная передача данных уменьшит госпитализацию по сердечно-сосудистым причинам у пациентов с ХСН. Анализ подгрупп не показал никаких преимуществ для пациентов в группе активного контроля, несмотря на их более частый мониторинг: из 428 случаев мониторинга (предупреждения об изменении веса или телефонные звонки) 398 были у пациентов из группы активного контроля по сравнению с 30 случаями в контрольной группе. На основании полученных данных был сделан вывод, что ежедневная передача данных о массе тела в электронном виде и ее контроль три раза в неделю не уменьшала госпитализацию или смерть у пациентов с ХСН, которые наблюдались в клинике сердечной

недостаточности. Таким образом, данное исследование продемонстрировало, что анализ динамики веса пациентов медицинским персоналом не вносит дополнительного положительного влияния на снижение госпитализаций у пациентов с ХСН по сравнению с самоконтролем веса пациентами.

Расширенную информацию о состоянии пациентов изучали в исследовании Tele-HF [13], в которое были включены 1 653 пациента, госпитализированных по причине ОДХСН. 826 пациентов наблюдались в группе системы телефонного мониторинга и 827 пациентов в группе обычной помощи. Наблюдение осуществлялось с помощью телефонной интерактивной системы голосового реагирования, при помощи которой ежедневно собиралась информация о симптомах и весе пациентов (в последующем эти данные анализировались лечащим врачом). В результате исследования авторы не выявили влияния телемониторинга ни на количество повторных госпитализаций по любой причине, ни на смерть от любой причины в течение 180 дней после выписки из стационара, что позволило сделать вывод о том, что телемониторинг не улучшил исходов заболевания.

В исследовании TIM-HF [14] изучалось влияние телемониторинга на смертность именно у амбулаторных пациентов с ХСН со сниженной ФВ ЛЖ (менее 35%). Все пациенты (710 человек) имели ХСН II–III ФК по NYHA с ФВ ЛЖ  $\leq 35\%$ . При этом пациенты могли включаться не обязательно на этапе госпитализации, а просто иметь указание на эпизод ухудшения течения ХСН в анамнезе. Программа телемониторинга включала в себя ежедневный мониторинг АД, массы тела пациента и электрокардиограммы. За средний период наблюдения 26 месяцев между группами не было выявлено никакой разницы ни в смертности от всех причин, ни в сердечно-сосудистой смертности и госпитализациях от ХСН, однако были намечены группы пациентов, которые могут иметь большую пользу от телемониторинга. Авторы предполагают, что к ним относятся пациенты с ФВ ЛЖ более 25%, ранее госпитализированные по поводу ХСН и пациенты без сопутствующих депрессивных расстройств.

В настоящий момент интенсивно обсуждаются технические особенности мониторинга (посредством телефонных линий или при помощи беспроводных систем), выбор доступных для мониторинга параметров пациентов, а также выбор специалистов, осуществляющих контроль.

Так, в исследовании ТЕНАФ изучалось влияние телемониторинга, осуществляемого медицинскими сестрами, на повторные госпитализации пациентов с ХСН. В него было включено 382 пациента из трех медицинских центров Нидерландов с ХСН II–IV ФК NYHA как со сниженной ФВ ЛЖ, так и сохраненной ФВ ЛЖ (тем не менее

Таблица 1. Исследования, посвященные изучению дистанционного мониторинга, осуществляемого медицинским персоналом

Исследование, авторы, год публикации	Число пациентов	ФВ ЛЖ	Дизайн исследования	Исходы	Время наблюдения
WISH (Lyngå, P, Persson, H, Hägg-Martinell A, et al.) – 2012	344	<50% (57% пациентов имели ФВ ЛЖ <30%)	Группа анализа изменения массы тела медсестрами и самостоятельно пациентом	1 – повторная госпитализация по сердечно-сосудистым причинам. Отсутствие достоверных различий	12 месяцев
Tele-HF (Chaudhry SI, Matterna JA, Curtis JP, et al.) – 2010	1653	Любая (70,6% пациентов имели ФВ ЛЖ <40%)	Группа системы телефонного мониторинга и группа обычной помощи	1 – смерть или госпитализация по любым причинам. Отсутствие достоверных различий	180 дней
TIM-HF (Koebler F, Winkler S, Schieber M, et al.) – 2011	710	≤35%	Группа телемониторинга (ежедневный мониторинг АД, массы тела пациента и электрокардиограммы) и группа стандартного наблюдения	1 – общая смертность. Отсутствие достоверных различий	26 месяцев
ТЕНАФ (Boyne JJ, Vrijhoef HJ, Crijns HJ, et al.) – 2012	382	Любая (61% пациентов имели ФВ ЛЖ <45%)	Группа контроля медицинскими сестрами, группа стандартного наблюдения	Первая госпитализация ввиду ХСН. Отсутствие достоверных различий	12 месяцев
Nurse-Led Collaborative Management (Mizukawa M, Moriyama M, Yamamoto H, et al.) – 2019	59	Любая	Группа совместного ведения (система ухода и усовершенствованный самоконтроль пациентов посредством телемониторинга), группа обучения самоконтролю и группа обычного ухода	1 – качество жизни (согласно Миннесотскому опроснику). Результаты значительно улучшились в группе совместного ведения по сравнению с группой обычного ухода через 18 и 24 месяца (p=0,014, p=0,016 соответственно) и с группой обучения самоконтролю через 18 месяцев (p=0,044)	24 месяца

ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка, АД – артериальное давление, ХСН – хроническая сердечная недостаточность, p – p-value, уровень значимости.

61% пациентов имели ФВ ЛЖ <45% и средняя ФВ ЛЖ составила 38%), наблюдение за которыми происходило в течение одного года. Средний возраст больных составил 71,5 года. Данное исследование не выявило снижения повторных госпитализаций у пациентов с ХСН, однако авторы объяснили данный факт включением в исследование недостаточно тяжелых пациентов, без предшествующей госпитализации по причине ухудшения ХСН, а также достаточно хорошо подобранной терапией ХСН [15].

В исследовании Mizukawa с соавт. оценивалось, улучшало ли совместное ведение (подход, включающий систему ухода и усовершенствованный самоконтроль пациентов посредством телемониторинга) психосоциальный статус пациентов и предотвращало ли повторные госпитализации у пациентов с сердечной недостаточностью по сравнению с обучением самоконтролю и обычным уходом. В исследование были включены 59 пациентов, разделенных соответственно на 3 группы. Пациенты из группы обычного ухода были проконсультированы один раз, остальные же пациенты участвовали в программах лечения ХСН в течение 12 месяцев. Все группы находились под наблюдением в последующем еще 12 месяцев. Первичной конечной точкой было качество жизни, данный показатель улучшился в группе совместного ведения

по сравнению с группой обычного ухода через 18 и 24 месяца (p < 0,05). Не было никаких существенных различий между 3 группами в эффективности самоконтроля, самообслуживании. Частота повторных госпитализаций была выше в группе обычного ухода (11/19; 57,9%) по сравнению с группами обучения самоконтролю (5/20; 27,8%) и совместного ведения (4/20; 20,0%). Авторы пришли к выводу, что совместное ведение обладает потенциалом для улучшения психосоциального статуса пациентов с ХСН и предотвращения повторных госпитализаций в связи с ХСН [22].

С учетом столь неоднозначных результатов особый интерес представляют мета-анализы, посвященные проблеме оценки различных видов мониторинга пациентов с ХСН. В один из таких мета-анализов было включено 30 исследований, 8 323 пациента с ХСН. Целью данного мета-анализа была оценка и сравнение эффективности телемониторинга по сравнению с системой телефонной поддержки. Система телефонной поддержки – это мониторинг, который осуществляется пациентом и передается с помощью простой телефонной связи. При телемониторинге такие данные пациента, как электрокардиограмма, АД, ЧСС, частота дыхательных движений, результаты пульсоксиметрии и прочее, передаются с помощью бес-

проводных систем. Внедряя эти технологии, помимо расширения географии проживания пациентов с ХСН и доступности оказания специализированной медицинской помощи, в этих исследованиях ставилась задача по снижению смертности пациентов с ХСН и количества госпитализаций по причине ОДХСН. Мета-анализ продемонстрировал, что телемониторинг снижает смертность от всех причин (относительный риск (ОР) 0,66, 95% доверительный интервал (ДИ): 0,54–0,81,  $p < 0,0001$ ). Снижение относительного риска смерти при осуществлении системы телефонной поддержки было недостоверным, но имело аналогичную тенденцию. Тем не менее сокращение госпитализаций, связанных с ХСН, наблюдалось при обоих методах контроля в совокупности с улучшением функционального класса ХСН и качества жизни пациентов. Представленные результаты позволили сделать вывод о том, что оба метода контроля представляются эффективными для улучшения прогноза у пациентов с ХСН [23].

Другой мета-анализ 26 рандомизированных контролируемых исследований, в котором изучалась эффективность домашнего телемониторинга у пациентов с сердечной недостаточностью в снижении количества смертей и госпитализаций, продемонстрировал 40%-е снижение вероятности летального исхода, вероятности смертности от всех причин в течение 180 дней в группе телемониторинга (отношение шансов (ОШ) 0,60). При этом не было показано значительного снижения смертности от всех причин в течение 365 дней (ОШ 0,85;  $p = 0,461$ ). В данной работе также не удалось продемонстрировать снижения госпитализаций, связанных с любыми причинами в течение 90 (ОШ 0,81;  $p = 0,472$ ) и 180 дней (ОШ 0,97;  $p = 0,902$ ) [16].

В еще одном мета-анализе 9 обзоров, посвященных телемониторингу сердечной недостаточности (за исключением телефонных вмешательств), были получены следующие данные: значительное снижение смертности и госпитализаций по поводу сердечной недостаточности при отсутствии влияния на госпитализации по всем причинам и обращения за неотложной помощью. Исследователи делают вывод о том, что телемониторинг является безопасным альтернативным способом поддержания самоконтроля у пациентов с сердечной недостаточностью [24].

Один из мета-анализов продемонстрировал преимущества посещения на дому, мультидисциплинарных вмешательств в клиниках сердечной недостаточности, а также телефонной поддержки в снижении смертности у пациентов с ХСН. Применение программы посещения на дому также привело к снижению повторных госпитализаций по всем причинам и комбинированной конечной точки в течение 30 дней (госпитализации по всем причи-

нам или смерть). Программы посещения на дому и мультидисциплинарные вмешательства в клиниках сердечной недостаточности снижали уровень повторных госпитализаций по всем причинам в течение 3–6 месяцев. Программы посещения на дому снижали уровень повторных госпитализаций, связанных с ХСН, и комбинированную конечную точку. Применение программы телефонной поддержки снижало частоту повторных госпитализаций, связанных с ХСН, но не частоту повторных госпитализаций по всем причинам [25].

Таким образом, в настоящее время место телемониторинга пациентов с ХСН, осуществляемого медицинским персоналом, не определено. Наибольшую пользу, по-видимому, он приносит пациентам в тяжелом состоянии, нежели стабильным, а также в сравнении с пациентами, недостаточно обученными самостоятельному уходу.

### Дистанционный мониторинг при помощи имплантированных устройств (табл. 2)

Поскольку не существует однозначного мнения о возможностях телемониторинга в снижении смертности и госпитализаций у пациентов с ОДХСН, то продолжают работы по поиску более эффективных средств по профилактике повторных декомпенсаций ХСН. Так, имплантируемые устройства (имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор (ИКД), электрокардиостимулятор (ЭКС), устройства для ресинхронизирующей терапии) оснащаются специальными датчиками, которые путем измерения дополнительных параметров могут помочь в своевременной коррекции терапии пациентов с ХСН. К таким параметрам относятся выявление нарушений ритма, вариабельность ритма сердца, активность пациента, а также внутригрудной импеданс (ВГИ) (сопротивление, измеряемое между правожелудочковым электродом и корпусом прибора). Информационная значимость измерения ВГИ основана на том, что при появлении венозного застоя в легких происходит снижение сопротивления. Чувствительность метода амбулаторного мониторинга ВГИ по прогнозированию клинического ухудшения составила 76%, причем снижение внутригрудного импеданса было зафиксировано в среднем за 15 дней до появления симптомов декомпенсации ХСН. Показано, что изменение внутригрудного импеданса имеет большую прогностическую значимость по сравнению с изменением веса [26].

Однако использование данных систем у пациентов с ХСН в специально спланированных исследованиях не всегда приводит к улучшению их прогноза. Как отмечено van Veldhuisen DJ с соавт. (2011), лишь измерение внутригрудного сопротивления является недостаточно чувствительным и специфичным для выявления нараста-

Таблица 2. Исследования, посвященные изучению дистанционного мониторинга при помощи устройств

Исследование, авторы, год публикации	Число пациентов	ФВ ЛЖ	Устройство	Сравниваемые группы	Исходы	Время наблюдения
DOT-HF (van Veldhuisen DJ, Braunschweig F, Conraads V, et al.) – 2011	335	25±7%	ИКД (18%), СРТ-Д (82%). Измерение внутригрудного импеданса технологией OptiVol	Группа наблюдения под контролем ВГИ с оповещениями и группа без оповещений	1 - комбинированная конечная точка (смерть от всех причин и госпитализация по сердечно-сосудистой причине). Недостовверная тенденция к увеличению риска наступления конечной точки в группе имплантации устройства. Увеличение количества госпитализаций в группе имплантации	14,5 месяцев
Fluid status telemedicine alerts for heart failure (Böhm M, Drexler H, Oswald H, et al.) – 2016	1002	≤35%	ИКД, СРТ-Д. Измерение внутригрудного импеданса технологией OptiVol	Группа наблюдения под контролем ВГИ с оповещениями и группа без оповещений	1 – комбинированная конечная точка (смерть от всех причин и госпитализация по сердечно-сосудистой причине). Отсутствие достоверных различий	1,9 года
МОМОТАРО (Nishii N, Kubo M, Okamoto Y, et al.) – 2015	195	Любая	ИКД, СРТ-Д с функцией OptiVol 1.0	Характеристики пациентов до включения в исследование и по окончании исследования	1 – изменение уровня ВNP в сыворотке крови при оповещении по сравнению с исходным уровнем. Отсутствие достоверных различий. Частота госпитализаций по поводу ХСН. Отсутствие достоверных различий	24 месяца
Субанализ МОМОТАРО (Miyoshi A, Nishii N, Kubo M, et al.) – 2017	195	Любая	ИКД, СРТ-Д с функцией OptiVol 2.0	Характеристики пациентов до включения в исследование и по окончании исследования	Значение ВNP при оповещении было значительно выше по сравнению с исходным значением (при расчете по новому алгоритму) (2,40±0,46 против 2,27±0,52, p<0,01)	24 месяца
CONNECT (Crossley GH, Boyle A, Vitense H, et al.) – 2011	1997	≤40%	ИКД, СРТ-Д	Группа удаленного мониторинга на основании имплантированных устройств и группа амбулаторного наблюдения	1 – среднее время до принятия решения при ухудшении течения ХСН. Значительное сокращение в группе удаленного мониторинга (22 против 4,6 дней, p<0,001)	15 месяцев
IN-TIME (Hindricks G, Taborsky M, Glikson M, et al.) – 2014	716	≤35%	ИКД, СРТ-Д (оценка параметров: тахикардии, снижение эффективной бивентрикулярной стимуляции, увеличение желудочковой эктопической активности, снижение активности пациента)	Группа мультипараметрического мониторинга и группа стандартного лечения.	1 – комбинированная конечная точка – смерть от всех причин, госпитализация по поводу декомпенсации ХСН, изменение функционального класса по NYHA и изменение общей оценки активности заболевания пациентом. Отмечалось статистически значимое снижение в первой группе (ОШ 0,63, 95% ДИ: 0,43-0,90, p=0,013)	12 месяцев
REM-HF (Morgan JM, Kitt S, Gill J, et al.) – 2017	1650	≤40%	ИКД, СРТ-Д, СРТ-П (оценка параметров: тахикардии, вариабельность сердечного ритма, ЧСС в ночное время, снижение эффективной бивентрикулярной стимуляции, увеличение желудочковой эктопической активности, снижение активности пациента)	Группа мультипараметрического мониторинга и группа стандартного наблюдения	1 – смерть по всем причинам, незапланированная госпитализация по сердечно-сосудистой причине. Отсутствие достоверных различий	2,8 лет

Таблица 2 (продолжение). Исследования, посвященные изучению дистанционного мониторинга при помощи устройств

Исследование, авторы, год публикации	Число пациентов	ФВ ЛЖ	Устройство	Сравниваемые группы	Исходы	Время наблюдения
TRIAGE-HF (Virani SA, Sharma V, McCann M, et al.) – 2018	100	31±12%	ИКД, СРТ-Д. Оценка прогностической точности параметров риска сердечной недостаточности (индекс OptiVol, сниженная активность пациентов, повышенная ночная ЧСС)	–	Высокий риск прогрессирования сердечной недостаточности был связан с симптомами ухудшения течения сердечной недостаточности в 63% случаев, увеличившись до 83% при учете несоблюдения предписанной терапии и образа жизни	8 месяцев
MultiSENSE (Boehmer JP, Hariharan R, Devecchi FG, et al.) – 2017	900	29±11%	СРТ-Д. Оценка параметров: шумы в сердце, дыхание, ВГИ, ЧСС, физическая активность. Далее рассчитывался индекс и алгоритм оповещений (HeartLogic™)	Группа разработки индекса и алгоритма оповещений, группа проверки алгоритма оповещений	1 – комбинированная конечная точка – выявление обострений СН с чувствительностью более 40%, количество необоснованных оповещений менее 2 пациенто-лет. Данный алгоритм эффективно выявлял 70% обострений СН, с незначительным количеством необоснованных оповещений (1.47 пациенто-лет)	12 месяцев
MORE-CARE (Boriani G, Da Costa A, Quesada A, et al.) – 2017	865	≤35%	СРТ-Д	Группа телемониторинга параметров (OptiVol, предсердные тахикардии) и группа стандартного наблюдения	1 – комбинированная конечная точка (смерть по всем причинам, незапланированная госпитализация по сердечно-сосудистой причине или в связи с устройством). Отсутствие достоверных различий (ОР 1,02, 95% ДИ: 0,80-1,30, p=0,89). Однако отмечено снижение числа посещений врачей в группе телемониторинга	24 месяца
HOMEOSTASIS (Ritzema J, Troughton R, Melton I, et al.) – 2010	40	Любая	HeartPOD (измерение давления в левом предсердии)	Сравнение первых 3 месяцев после имплантации и дальнейший период под контролем давления в левом предсердии	1 – подтверждено отсутствие серьезных неблагоприятных сердечно-сосудистых и неврологических событий в течение 6 недель после имплантации. Выживаемость без декомпенсации ХСН составила 61% через 3 года. Смерть по всем причинам или декомпенсация ХСН встречались реже после первых 3 месяцев наблюдения (ОР 0,16 95% ДИ: 0,04-0,68, p=0,012)	25 месяцев

ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка, ИКД – имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор, СРТ-П – кардиоресинхронизирующая терапия с функцией пейсмекера, СРТ-Д – кардиоресинхронизирующая терапия с функцией дефибриллятора, ХСН – хроническая сердечная недостаточность, ВНР – мозговой натрийуретический пептид, ЧСС – частота сердечных сокращений, ВГИ – внутригрудной импеданс, ДИ – доверительный интервал, p – p-value, уровень значимости.

ющей декомпенсации ХСН и может приводить к росту необоснованных госпитализаций. В исследовании DOT-HF участвовали 335 больных, которым ранее был имплантирован ИКД или кардиоресинхронизирующая терапия с функцией дефибриллятора (СРТ-Д), с функцией OptiVol для измерения ВГИ. Это исследование показало, что использование имплантируемого диагностического инструмента для измерения внутригрудного импеданса со звуковым оповещением пациента не улуч-

шило исходы и увеличило количество госпитализаций по поводу сердечной недостаточности (ОР 1,79, 95% ДИ: 1,08–2,95, p=0,022) и амбулаторных визитов пациентов с сердечной недостаточностью (250 против 84; p<0,0001) [17].

Подобные данные были получены еще в одном исследовании, где было продемонстрировано, что мониторинг, основанный на внутригрудном импедансе, не превосходит рутинную практику по влиянию на смертность

от всех причин и госпитализации по причине сердечно-сосудистых событий [18].

В проспективном исследовании MOMOTARO проводился амбулаторный мониторинг ВГИ для оценки прогнозирования клинического ухудшения ХСН (задержки жидкости в легких). Всем пациентам, включенным в исследование, ранее был имплантирован ИКД или СРТ-Д с функцией OptiVol 1.0. Стандартные обследования в совокупности с измерением мозгового натрийуретического пептида (BNP) проводились пациентам в начале исследования и при звуковом оповещении пациента при уменьшении внутригрудного импеданса. В исследование было включено 195 пациентов из 12 институтов, наблюдение продолжалось в течение 24 месяцев. Было зафиксировано 154 оповещения, при этом измеренный уровень BNP существенно не отличался от исходного. По мнению исследователей, это могло быть связано с частыми ложными оповещениями OptiVol, в связи с чем результаты были проанализированы с использованием критерия оповещения пациента только при уменьшении ВГИ на  $\geq 4\%$  от исходного уровня. Это изменение улучшило диагностический потенциал увеличения BNP при оповещении OptiVol (чувствительность 75%; специфичность 88%) при условии дополнительной математической обработки. Авторы делают вывод, что амбулаторное измерение внутригрудного импеданса с имплантированным устройством может оценить накопление жидкости у пациентов с сердечной недостаточностью, но оно не смогло уменьшить частоту госпитализаций по поводу ХСН из-за высокой частоты ложноположительных оповещений [19].

В связи с этим исследователи провели субанализ MOMOTARO с использованием алгоритма OptiVol 2.0, который был нацелен на уменьшение количества ложноположительных оповещений. Из 150 оповещений OptiVol 1.0 только 37 достигли порогового значения при модифицированном алгоритме, что коррелировало с повышением BNP в сравнении с уровнем в начале исследования. На основании чего авторы заключили, что индекс накопления жидкости, рассчитанный с помощью модифицированного алгоритма OptiVol 2.0, уменьшает количество ложноположительных оповещений и является перспективным для ранней диагностики декомпенсации ХСН [27].

В исследовании CONNECT, в котором участвовало 1997 пациентов, было продемонстрировано, что в группе удаленного мониторинга на основании имплантированных устройств отмечалось значительное сокращение времени до принятия решения при ухудшении течения ХСН по сравнению с группой амбулаторного наблюдения, и это привело к уменьшению длительности пребывания в стационаре и соответственно меньшим экономическим затратам [28].

На основании проведенных наблюдений исследователи пришли к выводу, что необходимо использовать мультидисциплинарный подход, при котором анализируются несколько параметров, включающих в себя наличие тахикардии, параметры эффективной бивентрикулярной стимуляции, увеличение желудочковой эктопической активности, снижение активности пациента. Данный подход изучался у 716 пациентов с ХСН II–III ФК NYHA и ФВ ЛЖ не более 35% [средний возраст пациентов составил 65,5 лет, средняя ФВ ЛЖ – 26%, 285 (43%) пациентов с II ФК NYHA и 378 (57%) с III ФК NYHA, большинству из которых ( $n = 390$  (58,7%) были имплантированы ресинхронизирующие устройства с функцией дефибриллятора]; при этом все пациенты получали оптимальную медикаментозную терапию ХСН. В данном исследовании участвовали 36 клиник Австралии, Европы и Израиля и все параметры передавались для анализа в единственный мониторинговый центр. Больные были рандомизированы в две группы – группу мультипараметрического мониторинга, в которой контроль осуществлялся автоматически ежедневно, и группу стандартного лечения. Длительность наблюдения составила 12 месяцев. Исследователи продемонстрировали уменьшение смертности в группе телемониторинга по сравнению с контрольной группой: в первой группе умерло 10 пациентов, во второй группе 27. Полученные данные позволили исследователям сделать вывод о том, что автоматический ежедневный мониторинг ряда параметров позволяет значительно улучшить клинические результаты у пациентов с ХСН [29], а специалистам Европейского общества кардиологов рекомендовать данный метод для наблюдения за пациентами со сниженной ФВ ЛЖ менее 35% с целью улучшения клинических результатов (класс рекомендаций IIb, уровень доказательности B) [10].

Тем не менее в более крупном исследовании REM-HF, было показано отсутствие положительного влияния удаленного мониторинга на прогноз пациентов с ХСН. В данный проект были включены 1650 пациентов с сердечной недостаточностью и имплантированными ранее электрическими устройствами (ресинхронизирующая терапия с/без функции дефибриллятора, ИКД). Все пациенты были разделены на две группы: группу мультипараметрического мониторинга и группу стандартного наблюдения. Полученные данные не продемонстрировали улучшения первичной точки, за которую была принята смерть от любых причин, незапланированная госпитализация по сердечно-сосудистой причине, что наблюдалось у 42,4% пациентов группы удаленного лечения и 40,8% пациентов группы обычной помощи (ОР 1,01, 95% ДИ: 0,87–1,18,  $p=0,87$ ), что, по мнению исследователей, ставит под сомнение целесообразность применения удаленного мониторинга с использованием имплантированных

устройств в рутинной практике [20, 21]. В исследовании TRIAGE-HF оценивалась прогностическая точность параметров риска прогрессирования сердечной недостаточности (индекс OptiVol, сниженная активность пациента, повышенная ночная ЧСС). Среди 100 пациентов, наблюдавшихся в течение 8 месяцев, симптомы сердечной недостаточности и несоблюдение предписанной терапии были выявлены у 83–85% пациентов высокого риска, что говорит о сильной корреляции оценки риска с проявлениями ХСН [30].

Оценка параметров, способных изменяться до развития декомпенсации ХСН у амбулаторных пациентов, проводилась также в исследовании MultiSENSE. Эти параметры включали шумы в сердце, дыхание, ВГИ, ЧСС и физическую активность, которые использовались для расчета индекса и алгоритма оповещения (HeartLogic™). Данный алгоритм эффективно выявлял 70% обострений СН с предупреждением в среднем за 34 дня до события [31].

В крупном проспективном рандомизированном исследовании MORE-CARE 865 пациентов в течение 8 недель после имплантации СРТ-Д рандомизировали либо в группу телемониторинга параметров (ВГИ (OptiVol), предсердные тахикардии), либо в группу стандартного наблюдения. Первичная конечная точка была комбинированной (смерть по всем причинам, незапланированная госпитализация по сердечно-сосудистой причине или в связи с устройством), достоверных различий в течение 24-месячного периода наблюдения между группами получено не было (ОР 1,02, 95% ДИ: 0,80–1,30,  $p=0,89$ ). Однако было отмечено снижение числа посещений врачей в группе телемониторинга [32].

Оценка внутрисердечного давления является важной составляющей диагностики и лечения сердечной недостаточности. Тем не менее в ряде исследований мониторинг давления в правом желудочке не показал значительного снижения госпитализаций у пациентов с ХСН. Для непосредственного измерения давления в левом предсердии было разработано устройство, имеющее сенсорный электрод, размещенный в левом предсердии с помощью трансептальной пункции, который связан с рамочной антенной, расположенной под грудной мышцей (HeartPOD, St. Jude Medical, Sylmar, CA, USA). Оценка этого устройства у пациентов с ХСН III–IV ФК по NYHA проводилась в наблюдательном исследовании HOMEOSTASIS. Исследователи выявили, что больные в экспериментальной группе имели более низкий риск острой декомпенсации или смерти. Эти особенные меры в значительной степени включали «модуль советника пациента», который на основании показаний отображал измеренное давление в левом предсердии и напоминал пациентам, какие лекарства необходимо принять. Это устройство, возмож-

но, имеет потенциал для дальнейшего изучения у пациентов с ХСН [33].

В настоящее время продолжается активное изучение пользы имплантированных устройств в улучшении прогноза пациентов с ХСН. Перспективным представляется измерение некоторых параметров с помощью имплантируемых устройств для принятия решения о дополнительном обследовании пациента и коррекции терапии для предотвращения декомпенсации ХСН.

### Устройство для измерения внутрисердечного давления – датчик CardioMEMS (табл. 3)

Еще одним устройством для измерения внутрисердечного давления является датчик CardioMEMS. Это устройство для мониторинга давления в легочной артерии размерами 15 мм x 3 мм x 2 мм представляет собой чувствительный конденсатор, погруженный в силиконовый контур, который имплантируется непосредственно в легочную артерию при катетеризации правых отделов сердца. Передача информации (в том числе и в режиме онлайн) производится с помощью внешней антенны. В исследовании CHAMPION было включено 723 пациентов с III ФК NYHA, в большинстве случаев со сниженной ФВ ЛЖ (78%), имевших в анамнезе указания на госпитализацию по причине ОДХСН. После тщательного отбора 550 больных после имплантации устройства были рандомизированы в две группы: 270 пациентов вошли в группу лечения под контролем давления в легочной артерии, во второй группе 280 пациентов лечились и наблюдались по стандартной схеме.

В течение 6 месяцев наблюдения было достигнуто снижение риска госпитализации по причине ХСН на 28% (ОР 0,72, 95% ДИ: 0,60–0,85,  $p<0,0001$ ). В течение всего периода наблюдения (15 месяцев) в группе лечения под контролем давления в легочной артерии по сравнению с контрольной группой число госпитализаций, связанных с ХСН, снизилось на 37% (ОР 0,63, 95% ДИ: 0,52–0,77,  $p<0,0001$ ). Также была продемонстрирована высокая безопасность данной методики [34]. После проведения рандомизированной фазы исследования продолжилось наблюдение за 347 пациентами уже в фазе открытого доступа к данным контрольной группы (в среднем 13 месяцев). Следует отметить, что в исследование вошли пациенты в том числе и с промежуточной и сохраненной ФВ ЛЖ (у 23% пациентов в группе лечения и у 20% в группе стандартного ведения ФВ ЛЖ была  $\geq 40\%$ ). Частота госпитализаций по поводу сердечной недостаточности в бывшей контрольной группе снизилась на 48% (ОР 0,52, 95% ДИ: 0,40–0,69,  $p<0,0001$ ) по сравнению с частотой госпитализаций во время рандомизированной фазы. Кроме того, в течение полного рандомизиро-

Таблица 3. Исследования, посвященные изучению дистанционного мониторинга при помощи датчика CardioMEMS

Исследование, авторы, год публикации	Число пациентов	ФВ ЛЖ	Сравниваемые группы	Исходы	Время наблюдения
CHAMPION (Abraham WT, Adamson PB, Bourge RC, с соавт.) – 2011	550	Любая (около 22% пациентов имели ФВ ЛЖ $\geq 40\%$ )	Группа лечения под контролем давления в легочной артерии, группа стандартного лечения	1 – снижение риска госпитализации по причине ОДХСН на 28%. В течение всего периода наблюдения (15 месяцев) число госпитализаций, связанных с ХСН, снизилось на 37%	6 месяцев
CHAMPION (Abraham WT, Stevenson LW, Bourge RC, с соавт.) – 2016	347	Любая	Группа лечения под контролем давления в легочной артерии, группа стандартного лечения	1 – снижение частоты госпитализаций по поводу ХСН в бывшей контрольной группе на 48% по сравнению с частотой госпитализаций во время рандомизированной фазы. Снижение риска госпитализации по причине ОДХСН на 33% (за всю рандомизированную фазу наблюдения – 18 месяцев)	13 месяцев
MEMS-HF (Abraham WT, Stevenson LW, Bourge RC, с соавт.) – 2020	234	Любая (27,7% пациентов имели ФВ ЛЖ $\geq 40\%$ )	Группа имплантации устройства, группа сравнения (те же пациенты до имплантации устройства)	1 – отсутствие связанных с устройством осложнений (98,3% в группе вмешательства), отсутствие отказа датчика давления (99,6%). Снижение частоты госпитализаций на 62% по сравнению с периодом без устройств	12 месяцев

ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка, ХСН – хроническая сердечная недостаточность, ОДХСН – острая декомпенсация хронической сердечной недостаточности.

ванного периода наблюдения, составляющего в среднем 18 месяцев, частота госпитализаций, связанных с ХСН, была значительно ниже в группе лечения по сравнению с контрольной группой (ОР 0,67, 95% ДИ: 0,55–0,80,  $p < 0,0001$ ).

Такая динамика объясняется авторами своевременной коррекцией терапии, причем не только мочегонными, но и вазодилататорами и антагонистами нейрогормональной активации. Вышеизложенные данные позволили рекомендовать данный метод, как метод контроля за пациентами с ХСН с целью снижения повторных госпитализаций [35]. Кроме того, анализ подгруппы пациентов со сниженной ФВ ЛЖ (456 пациентов), принимавших участие в исследовании CHAMPION, также выявил снижение частоты госпитализаций по поводу ОДХСН и смертности в группе лечения под контролем давления в легочной артерии по сравнению с группой стандартного лечения. Еще сильнее эта тенденция прослеживалась у пациентов, получавших оптимальную медикаментозную терапию [36].

Изучение эффективности CardioMEMS проводилось в проспективном нерандомизированном многоцентровом исследовании MEMS-HF (CardioMEMS Monitoring Study for Heart Failure) среди 234 пациентов с ХСН III ФК по NYHA. Группа сравнения была представлена теми же пациентами до имплантации устройства. Первичными конечными точками являлись отсутствие связанных с устройством осложнений (98,3% в группе вмешательства), а также отсутствие отказа датчика давления в течение 12 месяцев после имплантации устройства

(99,6%), что подтвердило безопасность данного вмешательства. Вторичными конечными точками были частота госпитализаций по поводу ХСН за 12 месяцев до и в течение 12 месяцев после имплантации, а также оценка QALY (сохраненные годы качественной жизни). За время наблюдения отмечалось снижение частоты госпитализаций на 62% по сравнению с периодом без устройств, а также статистически значимое улучшение показателя качества жизни [37].

Еще одним исследованием, связанным с изучением смертности от всех причин и количества госпитализаций по поводу ОДХСН, является проводимое в настоящее время исследование GUIDE-HF (hemodynamic GUIDEd management of Heart Failure). GUIDE-HF – это рандомизированное контролируемое исследование, в которое планируется включить 3 600 пациентов с ХСН II–IV ФК по NYHA, и, как ожидается, проект будет завершен к 2023 г. [38].

Кроме того, ожидаются результаты исследования MONITOR HF, в котором принимают участие пациенты с ХСН III ФК по NYHA вне зависимости от ФВ ЛЖ, с одной госпитализацией по причине ХСН в течение 12 месяцев в анамнезе. В первую очередь исследуется качество жизни пациентов с ХСН, количество госпитализаций по причине ХСН, а также затраты, связанные с дистанционным мониторингом [39].

Данные исследований датчика CardioMEMS свидетельствуют о высокой безопасности и эффективности устройства как в улучшении качества жизни, так и в прогнозе пациентов с ХСН независимо от ФВ ЛЖ.

Таким образом, неуклонный рост числа больных с ХСН, который ассоциируется с ростом госпитализаций и повторных госпитализаций по причине декомпенсации ХСН, смертностью данной категории пациентов, требует разработки новых подходов к профилактике ОДХСН. На клинические исходы в данной группе пациентов влияют не только динамическое наблюдение за пациентами, коррекция проводимой терапии, титрация доз препаратов основных групп рекомендованной терапии ХСН, реабилитация, но и повышение информированности пациентов, что, в свою очередь, благоприятно влияет на compliance к проводимой терапии. Наряду с развитием специализированной амбулаторной помощи пациентам с ХСН разработка телемедицинских технологий также может помочь в снижении госпитализаций и смертности пациентов с ХСН. В настоящее время проведенные исследования не дают однозначной оценки эффективности дистанционных методов наблюдения. В ряде работ удаленный мониторинг подтвердил свою эффективность в снижении смертности от всех причин, а также в снижении количества госпитализаций по поводу ХСН и смертности среди данной группы пациентов. Имеются работы,

которые не только не выявили положительного влияния удаленного мониторинга на жесткие конечные точки, но и продемонстрировали рост числа безосновательных госпитализаций и визитов в клинику. С другой стороны, отсутствие прямого сравнения разных методик дистанционного мониторинга пациентов определяет невозможность выбора наиболее эффективной из них, что, в свою очередь, диктует необходимость стандартизации методов согласно, в том числе, и системе здравоохранения в каждой конкретно взятой стране. По мнению авторов, важна разработка не только методов телемедицинских технологий, но и определение круга пациентов, у которых проведение телемониторинга приведет к положительным результатам. В настоящее время интенсивно изучается несколько подходов к длительному мониторингу состояния пациентов с сердечной недостаточностью, что дает нам возможность в ближайшей перспективе ждать изменения алгоритмов ведения больных данной группы.

*Конфликт интересов не заявлен.*

**Статья поступила 15.05.2021**

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Gheorghiade M, Vaduganathan M, Fonarow GC, Bonow RO. Re-hospitalization for heart failure: problems and perspectives. *Journal of the American College of Cardiology*. 2013;61(4):391–403. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.09.038
- Ziaeian B, Fonarow GC. Epidemiology and aetiology of heart failure. *Nature Reviews. Cardiology*. 2016;13(6):368–78. DOI: 10.1038/nrcardio.2016.25
- Bello NA, Claggett B, Desai AS, McMurray JJV, Granger CB, Yusuf S et al. Influence of Previous Heart Failure Hospitalization on Cardiovascular Events in Patients with Reduced and Preserved Ejection Fraction. *Circulation: Heart Failure*. 2014;7(4):590–5. DOI: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.113.001281
- Bader FM, Attallah N. Insights into cardiorenal interactions in acute decompensated heart failure. *Current Opinion in Cardiology*. 2017;32(2):203–8. DOI: 10.1097/HCO.0000000000000378
- Dharmarajan K, Hsieh AF, Kulkarni VT, Lin Z, Ross JS, Horwitz LI et al. Trajectories of risk after hospitalization for heart failure, acute myocardial infarction, or pneumonia: retrospective cohort study. *BMJ (Clinical research ed.)*. 2015;350:h411. DOI: 10.1136/bmj.h411
- Benjamin EJ, Muntner P, Alonso A, Bittencourt MS, Callaway CW, Carson AP et al. Heart Disease and Stroke Statistics—2019 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2019;139(10):e56–528. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000659
- Fomin I.V. Chronic heart failure in Russian Federation: what do we know and what to do. *Russian Journal of Cardiology*. 2016;8:7–13. [Russian: Фомин И.В. Хроническая сердечная недостаточность в Российской Федерации: что сегодня мы знаем и что должны делать. *Российский Кардиологический Журнал*. 2016; 8:7–13]. DOI: 10.15829/1560-4071-2016-8-7-13
- Gerber Y, Weston SA, Redfield MM, Chamberlain AM, Manemann SM, Jiang R et al. A contemporary appraisal of the heart failure epidemic in Olmsted County, Minnesota, 2000 to 2010. *JAMA Internal Medicine*. 2015;175(6):996–1004. DOI: 10.1001/jamainternmed.2015.0924
- Eldar-lissai A, Eapen S, Ong SH, Rodermund D, Duh MS. PCV100 Acute Heart Failure Patients with and Without Renal Impairment: A Study of Heart Failure-Related Resource Utilization and Costs in the United States. *Value in Health*. 2012;15(4):A130. DOI: 10.1016/j.jval.2012.03.703
- Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JGF, Coats AJS et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *European Heart Journal*. 2016;37(27):2129–200. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw128
- Anker SD, Koehler F, Abraham WT. Telemedicine and remote management of patients with heart failure. *The Lancet*. 2011;378(9792):731–9. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)61229-4
- Lynga P, Persson H, Hägg-Martinell A, Hägglund E, Hagerman I, Langius-Eklöf A et al. Weight monitoring in patients with severe heart failure (WISH). A randomized controlled trial. *European Journal of Heart Failure*. 2012;14(4):438–44. DOI: 10.1093/eurjhf/hfs023
- Chaudhry SI, Mattera JA, Curtis JP, Spertus JA, Herrin J, Lin Z et al. Telemonitoring in patients with heart failure. *The New England Journal of Medicine*. 2010;363(24):2301–9. DOI: 10.1056/NEJMoa1010029
- Koehler F, Winkler S, Schieber M, Sechtem U, Stangl K, Böhm M et al. 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):1873–80. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.018473
- Boyne JJJ, Vrijhoef HJM, Crijns HJGM, De Weerd G, Kragten J, Gorgels APM et al. Tailored telemonitoring in patients with heart failure: results of a multicentre randomized controlled trial. *European Journal of Heart Failure*. 2012;14(7):791–801. DOI: 10.1093/eurjhf/hfs058
- Pekmezaris R, Torte L, Williams M, Patel V, Makaryus A, Zeltser R et al. Home Telemonitoring In Heart Failure: A Systematic Review And Meta-Analysis. *Health Affairs*. 2018;37(12):1983–9. DOI: 10.1377/hlthaff.2018.05087

17. Van Veldhuisen DJ, Braunschweig F, Conraads V, Ford I, Cowie MR, Jondeau G et al. Intrathoracic Impedance Monitoring, Audible Patient Alerts, and Outcome in Patients with Heart Failure. *Circulation*. 2011;124(16):1719–26. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.043042
18. Böhm M, Drexler H, Oswald H, Rybak K, Bosch R, Butter C et al. Fluid status telemedicine alerts for heart failure: a randomized controlled trial. *European Heart Journal*. 2016;37(41):3154–63. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw099
19. Nishii N, Kubo M, Okamoto Y, Fujii S, Watanabe A, Toyama Y et al. Decreased Intrathoracic Impedance Associated with OptiVol Alert Can Diagnose Increased B-Type Natriuretic Peptide – MOMOTARO (Monitoring and Management of OptiVol Alert to Reduce Heart Failure Hospitalization) Study. *Circulation Journal*. 2015;79(6):1315–22. DOI: 10.1253/circj.CJ-15-0076
20. Morgan JM, Dimitrov BD, Gill J, Kitt S, Ng GA, McComb JM et al. Rationale and study design of the REM-HF study: remote management of heart failure using implanted devices and formalized follow-up procedures. *European Journal of Heart Failure*. 2014;16(9):1039–45. DOI: 10.1002/ejhf.149
21. Morgan JM, Kitt S, Gill J, McComb JM, Ng GA, Raftery J et al. Remote management of heart failure using implantable electronic devices. *European Heart Journal*. 2017;38(30):2352–60. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx227
22. Mizukawa M, Moriyama M, Yamamoto H, Rahman MM, Naka M, Kitagawa T et al. Nurse-Led Collaborative Management Using Telemonitoring Improves Quality of Life and Prevention of Rehospitalization in Patients with Heart Failure: A Pilot Study. *International Heart Journal*. 2019;60(6):1293–302. DOI: 10.1536/ihj.19-313
23. Inglis SC, Clark RA, McAlister FA, Stewart S, Cleland JGF. Which components of heart failure programmes are effective? A systematic review and meta-analysis of the outcomes of structured telephone support or telemonitoring as the primary component of chronic heart failure management in 8323 patients: Abridged Coc. *European Journal of Heart Failure*. 2011;13(9):1028–40. DOI: 10.1093/eurjhf/hfr039
24. Hanlon P, Daines L, Campbell C, McKinstry B, Weller D, Pinnock H. Telehealth Interventions to Support Self-Management of Long-Term Conditions: A Systematic Metareview of Diabetes, Heart Failure, Asthma, Chronic Obstructive Pulmonary Disease, and Cancer. *Journal of Medical Internet Research*. 2017;19(5):e172. DOI: 10.2196/jmir.6688
25. Feltner C, Jones CD, Cené CW, Zheng Z-J, Sueta CA, Coker-Schwimmer EJL et al. Transitional Care Interventions to Prevent Readmissions for Persons with Heart Failure: A Systematic Review and Meta-analysis. *Annals of Internal Medicine*. 2014;160(11):774. DOI: 10.7326/M14-0083
26. Abraham WT, Compton S, Haas G, Foreman B, Canby RC, Fishel R et al. Intrathoracic Impedance vs Daily Weight Monitoring for Predicting Worsening Heart Failure Events: Results of the Fluid Accumulation Status Trial (FAST): predicting worsening heart failure events. *Congestive Heart Failure*. 2011;17(2):51–5. DOI: 10.1111/j.1751-7133.2011.00220.x
27. Miyoshi A, Nishii N, Kubo M, Okamoto Y, Fujii S, Watanabe A et al. An improved algorithm calculated from intrathoracic impedance can precisely diagnose preclinical heart failure events: Sub-analysis of a multicenter MOMOTARO (Monitoring and Management of OptiVol Alert to Reduce Heart Failure Hospitalization) trial study. *Journal of Cardiology*. 2017;70(5):425–31. DOI: 10.1016/j.jcc.2017.05.004
28. Crossley GH, Boyle A, Vitense H, Chang Y, Mead RH. The CONNECT (Clinical Evaluation of Remote Notification to Reduce Time to Clinical Decision) Trial: the value of wireless remote monitoring with automatic clinician alerts. *Journal of the American College of Cardiology*. 2011;57(10):1181–9. DOI: 10.1016/j.jacc.2010.12.012
29. Hindricks G, Taborsky M, Glikson M, Heinrich U, Schumacher B, Katz A et al. Implant-based multiparameter telemonitoring of patients with heart failure (IN-TIME): a randomised controlled trial. *The Lancet*. 2014;384(9943):583–90. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)61176-4
30. Virani SA, Sharma V, McCann M, Koehler J, Tsang B, Zieroth S. Prospective evaluation of integrated device diagnostics for heart failure management: results of the TRIAGE-HF study. *ESC Heart Failure*. 2018;5(5):809–17. DOI: 10.1002/ehf2.12309
31. Boehmer JP, Hariharan R, Devecchi FG, Smith AL, Molon G, Cappucci A et al. A Multisensor Algorithm Predicts Heart Failure Events in Patients with Implanted Devices. *JACC: Heart Failure*. 2017;5(3):216–25. DOI: 10.1016/j.jchf.2016.12.011
32. Boriani G, Da Costa A, Quesada A, Ricci RP, Favale S, Boscolo G et al. Effects of remote monitoring on clinical outcomes and use of health-care resources in heart failure patients with biventricular defibrillators: results of the MORE-CARE multicentre randomized controlled trial: Remote monitoring in CRT-D patients. *European Journal of Heart Failure*. 2017;19(3):416–25. DOI: 10.1002/ejhf.626
33. Ritzema J, Troughton R, Melton I, Crozier I, Doughty R, Krum H et al. Physician-Directed Patient Self-Management of Left Atrial Pressure in Advanced Chronic Heart Failure. *Circulation*. 2010;121(9):1086–95. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.800490
34. Abraham WT, Adamson PB, Bourge RC, Aaron MF, Costanzo MR, Stevenson LW et al. Wireless pulmonary artery haemodynamic monitoring in chronic heart failure: a randomised controlled trial. *The Lancet*. 2011;377(9766):658–66. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)60101-3
35. Abraham WT, Stevenson LW, Bourge RC, Lindenfeld JA, Bauman JG, Adamson PB. Sustained efficacy of pulmonary artery pressure to guide adjustment of chronic heart failure therapy: complete follow-up results from the CHAMPION randomised trial. *The Lancet*. 2016;387(10017):453–61. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)00723-0
36. Givertz MM, Stevenson LW, Costanzo MR, Bourge RC, Bauman JG, Ginn G et al. Pulmonary Artery Pressure-Guided Management of Patients with Heart Failure and Reduced Ejection Fraction. *Journal of the American College of Cardiology*. 2017;70(15):1875–86. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.08.010
37. Angermann CE, Assmus B, Anker SD, Brachmann J, Ertl G, Köhler F et al. Safety and feasibility of pulmonary artery pressure-guided heart failure therapy: rationale and design of the prospective CardioMEMS Monitoring Study for Heart Failure (MEMS-HF). *Clinical Research in Cardiology*. 2018;107(11):991–1002. DOI: 10.1007/s00392-018-1281-8
38. Lindenfeld J, Abraham WT, Maisel A, Zile M, Smart F, Costanzo MR et al. Hemodynamic-GUIDEd management of Heart Failure (GUIDE-HF). *American Heart Journal*. 2019;214: 18–27. DOI: 10.1016/j.ahj.2019.04.014
39. Brugs JJ, Veenis JF, Radhoe SP, Linssen GCM, van Gent M, Borleffs CJW 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 multicentre randomised clinical trial. *Netherlands Heart Journal*. 2020;28(1):16–26. DOI: 10.1007/s12471-019-01341-9