



Возможности использования голосовых паттернов в диагностике сердечно-сосудистых заболеваний: систематический обзор

Гаранин А. А., Хуморова А. Р., Рубаненко А. О., Айдумова О. Ю., Колсанов А. В.

Цель. Определить возможность использования параметров акустического анализа речевого сигнала и речевых биомаркеров в диагностике и мониторинге сердечно-сосудистых заболеваний.

Материал и методы. Поиск информации проводился согласно требованиям и положениям Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) в базах данных PubMed, Google Scholar, ClinicalTrials, КиберЛенинка и eLibrary. В обзор включены 14 оригинальных исследований, в которых анализировались голосовые параметры пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями (хроническая сердечная недостаточность (ХСН), легочная гипертензия (ЛГ), ишемическая болезнь сердца (ИБС)). Изучались статические акустические признаки и динамические изменения при терапии. Сравнивались показатели у больных и здоровых, а также до и после лечения.

Результаты. В работах, посвященных изучению изменения параметров речевого сигнала у больных с ХСН, показано, что речевые индексы и акустические признаки отличаются при декомпенсации по сравнению с состоянием при выписке. В амбулаторных исследованиях отмечены независимые ассоциации скорости речи у пациентов с ХСН и/или ЛГ. В исследованиях, посвященных диагностике ИБС, голосовые биомаркеры ассоциированы с наличием атеросклероза коронарных артерий по данным коронароангиографии и с инцидентными коронарными событиями в последующем наблюдении.

Заключение. Текущий систематический обзор показал, что акустический анализ речевого сигнала и полученные с его помощью голосовые биомаркеры представляются доступными инструментами для дистанционного мониторинга сердечно-сосудистых заболеваний. Однако для внедрения в рутинную клиническую практику необходимо проведение многоцентровых исследований и стандартизация методики исследования речевого сигнала для валидации нового подхода, который может быть положен в основу удаленного скрининга и диагностики, а также динамического диспансерного наблюдения за пациентами с хроническими болезнями системы кровообращения.

Ключевые слова: акустический анализ речевого сигнала, голосовые биомаркеры, хроническая сердечная недостаточность, легочная гипертензия, ишемическая болезнь сердца.

Отношения и деятельность: нет.

ФГБОУ ВО Самарский государственный медицинский университет Минздрава России, Самара, Россия.

Гаранин А. А.* — к.м.н., директор научно-практического центра дистанционной медицины, ORCID: 0000-0001-6665-1533, Хуморова А. Р. — врач научно-практического центра дистанционной медицины, ORCID: 0009-0008-2914-2463, Рубаненко А. О. — к.м.н., доцент кафедры пропедевтической терапии с курсом кардиологии, ORCID: 0000-0002-3996-4689, Айдумова О. Ю. — к.м.н., доцент кафедры пропедевтической терапии с курсом кардиологии, ORCID: 0000-0001-5673-7958, Колсанов А. В. — д.м.н., профессор, ректор, член-корр. РАН, зав. кафедрой оперативной хирургии и топографической анатомии, ORCID: 0000-0002-4144-7090.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):
sameagle@yandex.ru

ИБС — ишемическая болезнь сердца, ЛГ — легочная гипертензия, ХСН — хроническая сердечная недостаточность.

Рукопись получена 22.09.2025

Рецензия получена 09.01.2026

Принята к публикации 25.04.2026



Для цитирования: Гаранин А. А., Хуморова А. Р., Рубаненко А. О., Айдумова О. Ю., Колсанов А. В. Возможности использования голосовых паттернов в диагностике сердечно-сосудистых заболеваний: систематический обзор. *Российский кардиологический журнал*. 2026;31(9S):6607. doi: 10.15829/1560-4071-2026-6607. EDN: QJHWZY 

Potential for using speech patterns in cardiovascular disease diagnosis: a systematic review

Garanin A. A., Khumorova A. R., Rubanenko A. O., Aidumova O. Yu., Kolsanov A. V.

Aim. To determine the potential of using acoustic speech signal analysis parameters and speech biomarkers in the diagnosis and monitoring of cardiovascular diseases.

Material and methods. A search was conducted in accordance with the requirements and guidelines of Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) in the PubMed, Google Scholar, ClinicalTrials, CyberLeninka, and eLibrary databases. The review included 14 original studies that analyzed the voice parameters of patients with cardiovascular diseases (heart failure (HF), pulmonary hypertension (PH), and coronary artery disease (CAD)). Static acoustic features and dynamic changes during therapy were examined. Parameters were compared between patients and healthy controls, as well as before and after treatment.

Results. Studies examining changes in speech signal parameters in patients with HF have shown that speech indices and acoustic features differ during decompensation compared to discharge. Outpatient studies have noted independent associations with speech rate in patients with HF and/or PH. In studies examining the diagnosis of CAD, voice biomarkers are associated with coronary atherosclerosis based on coronary angiography and with incident coronary events during follow-up.

Conclusion. The current systematic review demonstrated that acoustic speech analysis and the resulting voice biomarkers represent available tools for remote monitoring of cardiovascular diseases. However, for implementation into routine practice, multicenter studies and standardization of speech signal analysis methods are necessary. Its validation could form the basis for remote screening and diagnosis, as well as dynamic follow-up monitoring of patients with cardiovascular diseases.

Keywords: acoustic speech signal analysis, voice biomarkers, heart failure, pulmonary hypertension, coronary artery disease.

Relationships and Activities: none.

Samara State Medical University, Samara, Russia.

Garanin A. A.* ORCID: 0000-0001-6665-1533, Khumorova A. R. ORCID: 0009-0008-2914-2463, Rubanenko A. O. ORCID: 0000-0002-3996-4689, Aidumova O. Yu. ORCID: 0000-0001-5673-7958, Kolsanov A. V. ORCID: 0000-0002-4144-7090.

*Corresponding author:
sameagle@yandex.ru

Received: 22.09.2025 Revision Received: 09.01.2026 Accepted: 25.04.2026

For citation: Garanin A.A., Khumorova A.R., Rubanenko A.O., Aidumova O.Yu., Kolsanov A.V. Potential for using speech patterns in cardiovascular disease diagnosis: a systematic review. *Russian Journal of Cardiology*. 2026;31(9S):6607. doi: 10.15829/1560-4071-2026-6607. EDN: QJHWZY

Ключевые моменты

- Акустический анализ речевого сигнала имеет потенциал для диагностики, стратификации риска и дистанционного мониторинга пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями.
- Голосовые биомаркеры могут дополнять традиционные подходы к терапии при хронической сердечной недостаточности, легочной гипертензии и ишемической болезни сердца.
- Для широкого внедрения голосовых биомаркеров в клиническую практику требуется проведение дальнейших исследований.

Key messages

- Acoustic speech signal analysis has potential for diagnosis, risk stratification, and remote monitoring of patients with cardiovascular diseases.
- Voice biomarkers can complement traditional approaches to therapy for heart failure, pulmonary hypertension, and coronary artery disease.
- Further research is required for the widespread implementation of voice biomarkers in clinical practice.

Сердечно-сосудистые заболевания остаются ведущей причиной заболеваемости и смертности во всем мире [1], при этом наибольшую клиническую и социально-экономическую нагрузку формируют хроническая сердечная недостаточность (ХСН), легочная гипертензия (ЛГ) и ишемическая болезнь сердца (ИБС). На фоне демографического старения, мультиморбидности и ограниченных ресурсов здравоохранения возрастает потребность в доступных, неинвазивных и масштабируемых методах раннего выявления и динамического наблюдения пациентов. Цифровые биомаркеры, извлекаемые из повседневных сигналов организма — один из наиболее перспективных векторов развития персонализированной кардиологии. В последние годы особое внимание привлекают "голосовые паттерны", акустические и просодические характеристики голоса, регистрируемые с помощью бытовых устройств и анализируемые алгоритмами обработки речи и машинного обучения [2-6].

У пациентов с ХСН задержка жидкости и одышка могут влиять на субглоттальное давление и устойчивость фонации, при ЛГ гемодинамические и вентиляционные ограничения отражаются на речевом дыхании, при ИБС возможны эффекты, опосредованные автономной регуляцией и стресс-реакциями. Эти физиологические сдвиги потенциально проявляются в характеристиках голоса и речи и потому рассматриваются как источник клинически значимой информации [7-10].

Современные подходы к анализу голоса охватывают широкий диапазон методов, от традиционных акустических метрик до интегральных/композитных индексов и моделей машинного обучения. В разных работах используются сопоставимые протоколы за-

писи (стандартизированное чтение, спонтанная или эмоционально окрашенная речь), что позволяет оценивать диагностические и прогностические возможности подхода в клинических условиях. В пилотных и наблюдательных исследованиях показана воспроизводимость различий между пациентами и контролем, а также связь голосовых показателей с клиническим состоянием, в т.ч. с признаками перегрузки объемом, параметрами гемодинамики и коронарным риском [2-10].

Накопленные данные указывают на потенциальную клиническую значимость голосового анализа в нескольких сценариях: как вспомогательный инструмент для выявления наличия заболевания, для стратификации риска и для динамического наблюдения в амбулаторной практике. В ряде работ описаны ассоциации голосовых показателей с неблагоприятными исходами у пациентов с ХСН, показана связь с коронарной патологией в выборках, направленных на коронароангиографию, а также продемонстрирована чувствительность голосовых индексов к изменениям состояния в процессе лечения. Эти результаты рассматриваются как дополнительная информация к стандартным факторам риска, лабораторным маркерам и инструментальным методам¹ [3-5, 11, 12].

Цель исследования — суммировать и критически оценить имеющиеся исследования, оценивающие голосовые паттерны при ХСН, ЛГ и ИБС.

Методология исследования

Поиск информации проводился в 2025г согласно требованиям и положениям Preferred Reporting Items

¹ Sarsil MA, Ahmadli N, Mizrak B, et al. Voice-Driven Mortality Prediction in Hospitalized Heart Failure: A Machine Learning Approach Enhanced with Diagnostic Biomarkers. arXiv. 2024;2402.13812.

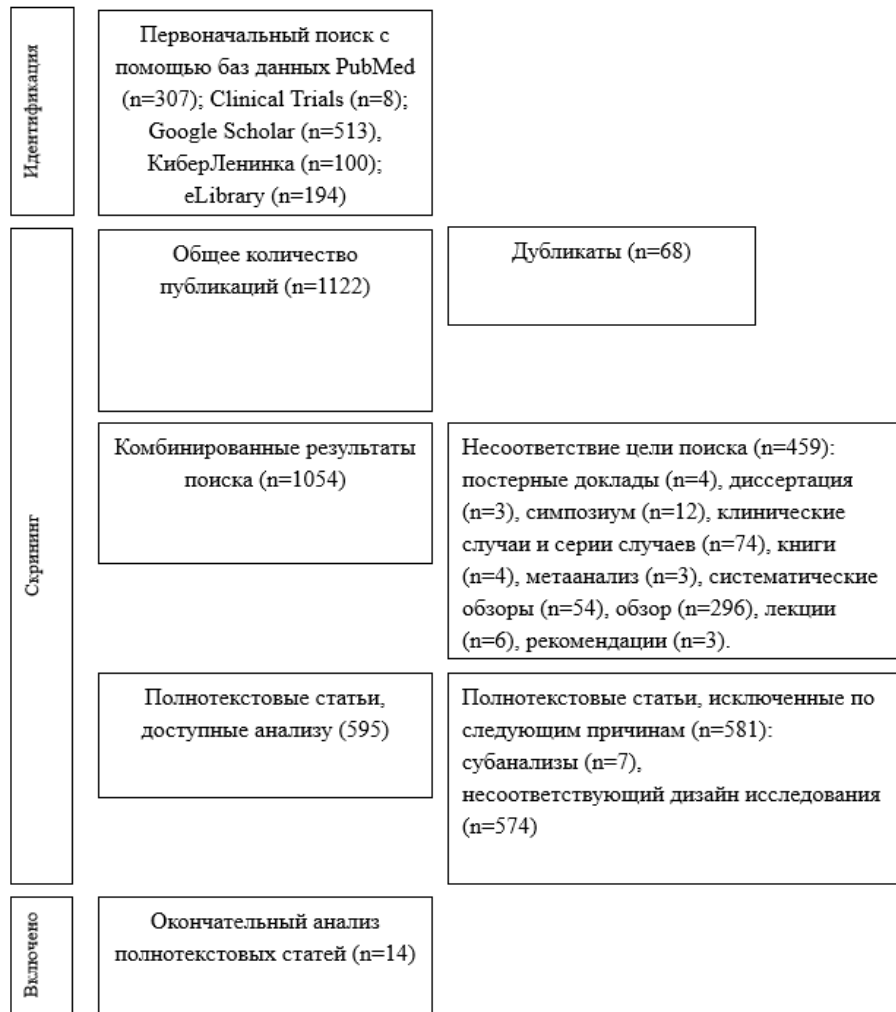


Рис. 1. Диаграмма PRISMA выбора исследований для проведения анализа.

for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)² в поисковых системах PubMed, Google Scholar, Clinical Trials, КиберЛенинка и eLibrary. Выбор исследований происходил при использовании поисковых запросов, ключевых слов и логических операторов. В настоящий систематический обзор включались рандомизированные контролируемые, кросс-секционные и наблюдательные исследования, которые анализировали голосовые паттерны у пациентов с ХСН, ЛГ и ИБС. В данный систематический обзор не включались доклады конференций, описания клинических случаев, книги, метаанализы, систематические, нарративные и описательные обзоры, письма читателям, рекомендации, исследования на животных. В качестве основного языка литературы были выбраны английский и русский языки. Публикации анализировались с 2015 по 2025гг. Дата последнего запроса 18.01.2026.

При поиске использовались ключевые слова: "акустический анализ голоса" ("acoustic voice analysis"), "голосовые биомаркеры" ("voice biomarkers"), "хроническая сердечная недостаточность" ("heart failure"), "лёгочная гипертензия" ("pulmonary hypertension"), "ишемическая болезнь сердца" ("coronary artery disease"). Пример поискового запроса для системы PubMed: "acoustic voice analysis" AND "voice biomarkers" AND "heart failure" AND "coronary artery disease" OR "pulmonary hypertension". Примененные фильтры: 2015-2025 years, full text, free full text, clinical trial, randomized controlled trial, English language, humans. Пример поискового запроса для системы Google Scholar: acoustic voice analysis AND voice biomarkers AND "heart failure" AND "coronary artery disease" OR "pulmonary hypertension". Примененные фильтры: 2015-2025 годы. Отбор исследований проводился двумя исследователями независимо друг от друга, возникшие разногласия разрешались с помощью консенсуса. В спорных случаях привлекался третий исследователь. Анализ исследований и отбор данных из них проводился двумя не-

² Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372: n71. doi:10.1136/bmj.n71.

Таблица 1

Риск систематической ошибки исследований, включенных в анализ

Исследование	D1	D2	D3	D4	Общая оценка
Reddy MK, et al., 2022 [7]	высокий	высокий	высокий	высокий	высокий
Reddy MK, et al., 2021 [8]	высокий	высокий	высокий	высокий	высокий
Amir O, et al., 2022 [9]	высокий	низкий	высокий	низкий	высокий
Sarsil MA, et al., 2024 ¹	низкий	низкий	низкий	низкий	низкий
Murton OM, et al., 2017 [10]	высокий	низкий	низкий	низкий	высокий
Sara JDS, et al., 2025 [13]	низкий	низкий	низкий	низкий	низкий
Maor E, et al., 2020 [5]	низкий	низкий	низкий	низкий	низкий
Murton OM, et al., 2020 [3]	высокий	низкий	высокий	низкий	высокий
Pareek V, et al., 2016 [12]	высокий	высокий	высокий	высокий	высокий
Maor E, et al., 2018 [2]	высокий	низкий	низкий	низкий	высокий
Sara JDS, et al., 2020 [4]	высокий	высокий	высокий	низкий	высокий
Amir O, et al., 2021 [11]	высокий	низкий	высокий	низкий	высокий
Sara JDS, et al., 2022 [14]	высокий	низкий	высокий	низкий	высокий
Pana MP, et al., 2021 [6]	высокий	низкий	высокий	низкий	высокий

зависимыми исследователями, в случае разногласий привлекался третий исследователь. Данный систематический обзор не зарегистрирован.

Риск систематической ошибки. Оценку риска систематической ошибки исследований, включённых в обзор, проводили с помощью опросника QUADAS-2 для диагностических исследований³. Общий риск систематической ошибки оценивали по четырем доменам: отбор пациентов (patient selection, D1), изучаемый диагностический тест (index test, D2), референсный стандарт (reference standard, D3), течение и временные интервалы (flow and timing, D4).

Результаты. При литературном поиске по указанным ранее отдельным комбинированным ключевым словам и базам данных суммарно получено 1122 публикации первичного поиска; удалено 68 дублирующих записей, к дальнейшей оценке допущено 1054 работы. Из них по результатам скрининга исключены публикации, не соответствующие критериям включения (обзоры, клинические случаи и т.п.). Полнотекстовые статьи, доступные анализу, составили 595 работ; после оценки текста к окончательному качественному синтезу допущены 14 исследований. Алгоритм отбора представлен на рисунке 1.

Среди включённых работ преобладали исследования по ХСН, также представлены исследования по ЛГ и ИБС. По ХСН в анализ включено 10 исследований, по ЛГ — 2 исследования, по ИБС — 3 исследования (одно исследование включало пациентов и с ХСН, и с ЛГ). Дизайны включенных исследований — поперечные и когортные наблюдения, пилотные иссле-

дования с повторными измерениями и клинические серии с динамическими записями в стационаре и амбулаторной практике.

Оценка риска систематической ошибки. Результаты оценки риска систематической ошибки по вышеуказанным доменам представлены в таблице 1. Было выявлено, что 3 исследования имеют низкий риск, в то время как 11 исследований имеют высокий риск систематической ошибки.

В исследованиях при ХСН показана воспроизводимая связь речевых и акустических показателей с клиническим состоянием. В госпитальной когорте пациентов с острой декомпенсацией сердечной недостаточности речевые индексы, полученные со смартфона, различали статус при поступлении ("wet") и к выписке ("dry"). В модели с контролируемой динамикой объёмного статуса у больных ХСН на гемодиализе акустические показатели систематически менялись до/после процедуры и соответствовали изменению массы тела, отражая чувствительность метода к вариациям гидратации [11]. В пилотных работах у пациентов с декомпенсацией ХСН после терапии отмечались улучшение стабильности фонации и сдвиги частотно-кепстральных характеристик, что дополнительно поддерживает биофизическую правдоподобность наблюдаемых эффектов [3, 10]. Отдельные исследования продемонстрировали, что сочетание признаков вокального тракта и источника фонации повышает точность автоматической классификации ХСН по речи, при этом использовались сопоставимые протоколы записи (стандартизированное чтение/счёт, спонтанная речь) и алгоритмы машинного обучения [6-9, 12, 13].

Для ЛГ и смешанных кардиопульмональных выборок получены результаты, согласующиеся

³ Whiting PF, Rutjes AW, Westwood ME, et al.; QUADAS-2 Group. QUADAS-2: a revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies. Ann Intern Med. 2011;155(8):529-36. doi:10.7326/0003-4819-155-8-201110180-00009.

Таблица 2

Резюме исследований

Исследование	Размер выборки (n)	Группы сравнения (n)	Суть исследования	Заболевание	Краткий результат исследования
Reddy MK, et al., 2022 [7]	45	С наличием заболевания (n=20) Без заболевания (n=25)	Сравнение речевых характеристик для определения потенциала использования голоса в качестве биомаркера ХСН	ХСН	Анализ глоттального потока показал значимые различия в речевых характеристиках между пациентами с ХСН и здоровыми людьми. Большинство параметров глоттального потока и SPL значительно отличались между группой ХСН и контрольной группой для мужчин ($p<0,05$). У пациентов с ХСН наблюдался более округлый глоттальный импульс, снижение давления в легких и неполное смыкание голосовых связок
Reddy MK, et al., 2021 [8]	45	С наличием заболевания (n=20) Без заболевания (n=25)	Автоматическое выявление СН по речевым сигналам с использованием алгоритмов машинного обучения. Использовались мел-частотные кепстральные коэффициенты (MFCC), глоттальные признаки и их комбинации	ХСН	Лучшая точность классификации (95,02%) была достигнута с помощью нейронной сети прямого распространения (FFNN), обученной на уменьшенном наборе MFCC + глоттальные признаки. Улучшение точности достигнуто за счет сочетания признаков, полученных из глоттального источника и вокального тракта
Amir O, et al., 2022 [9]	40	Без группы контроля, сравнение показателей на момент поступления и во время наблюдения	Оценка эффективности автоматизированной технологии анализа речи в выявлении признаков перегрузки жидкостью в легких	ХСН	Автоматизированный анализ речи позволил выявить изменения голоса, отражающие статус СН. Выявлены значимые изменения во всех 5 речевых показателях между состояниями "влажный" (при поступлении) и "сухой" (при выписке) ($p<0,0001$)
Sarsil MA, et al., 2024 ¹	29	Прогнозируемый риск смерти $<50\%$ (n=15), прогнозируемый риск смерти $\geq 50\%$ (n=14)	Прогнозирование 5-летней смертности у госпитализированных пациентов с СН с использованием машинного обучения на основе голосовых биомаркеров и улучшение прогноза с помощью диагностического биомаркера NT-proBNP	ХСН	Модель логистической регрессии, обученная на голосовых характеристиках, показала значимую корреляцию с 5-летней смертностью ($p<0,001$). Интеграция NT-proBNP улучшила прогностическую точность модели
Murton OM, et al., 2017 [10]	10	Без группы контроля, сравнение показателей на фоне лечения	Изучение акустических характеристик голоса как биомаркеров	ХСН	После лечения у пациентов наблюдалось: увеличение доли "скрипучего" голоса, увеличение основной частоты, уменьшение вариативности амплитуды кепстрального пика
Sara JDS, et al., 2025 [13]	2198	ХСН (n=879), ЛГ (n=542), без заболевания (n=777)	Анализ связи между акустическими характеристиками речи (SR, CPP) и наличием/отсутствием заболеваний	ХСН и ЛГ	Речевая активность значительно ниже у пациентов с ХСН, ЛГ или их комбинацией по сравнению с пациентами без заболеваний ($p<0,001$). Амплитуда кепстрального пика значительно отличался у пациентов с ЛГ по сравнению с контролем
Maor E, et al., 2020 [5]	10583	С наличием заболевания (n=2267) Без заболевания (n=8316)	Связь между анализом голоса и неблагоприятными исходами (смерть, госпитализация) у пациентов с СН	ХСН	Модель, обученная на основе голосовых характеристик, показала значительную связь с повышенным риском смерти (ОР 1,66, 95% ДИ: 1,58-1,74, $P<0,001$) и госпитализации (ОР 1,21, 95% ДИ: 1,15-1,28, $p<0,001$)
Murton OM, et al., 2020 [3]	52	Без группы контроля, сравнение показателей на момент поступления и выписки	Связь изменений в голосе и речи с лечением острой декомпенсации ХСН	ХСН	У пациентов на фоне лечения острой декомпенсации ХСН отмечалась более стабильная фонация, более скрипучий голос, более быстрая речь и более длинные фразы по сравнению с их голосами до лечения

Таблица 2. Продолжение

Исследование	Размер выборки (n)	Группы сравнения (n)	Суть исследования	Заболевание	Краткий результат исследования
Pareek V, et al., 2016 [12]	160	С наличием заболевания (n=80) Без заболевания (n=80)	Диагностика ИБС по голосовым сигналам	ИБС	Результаты показывают, что неинвазивный анализ с использованием MDVP и анализа спектра голоса может быть применен для выявления риска развития ИБС
Maor E, et al., 2018 [2]	101	С наличием заболевания (n=71) Без заболевания (n=30)	Диагностика ИБС по голосовым сигналам	ИБС	Идентифицировано 5 голосовых признаков, ассоциированных с ИБС в однофакторном анализе. Многофакторный анализ с поправкой на риски показал связь 2 признаков с ИБС; результаты были достоверны при измерении во время сильных эмоциональных переживаний, а не в нейтральной ситуации (чтение текста). При анализе положительного эмоционального опыта ОШ 0,37, P=0,009; при анализе негативного эмоционального опыта ОШ 4,01, p=0,02
Sara JDS, et al., 2020 [4]	83	Высокое давление в легочной артерии (n=27) Более низкое давление в легочной артерии (n=56)	Диагностика ЛГ по голосовым сигналам	ЛГ	Неинвазивный голосовой биомаркер ассоциирован с ЛГ
Amir O, et al., 2021 [11]	5	Без группы контроля, сравнение показателей на момент поступления и выписки	Изменение голосовых индексов в динамике, связь с изменением массы тела	ХСН	Индексы дисторсии и речевые показатели систематически изменялись до и после удаления жидкости, коррелировали с потерей массы тела и демонстрировали воспроизводимую динамику в циклах диализа
Sara JDS, et al., 2022 [14]	108	Без группы контроля, сравнение показателей на момент поступления и во время наблюдения	Ассоциация исходного голосового индекса с инцидентными событиями ИБС	ИБС	Более высокий голосовой индекс исходно ассоциировался с будущими событиями ИБС, под которыми подразумевались новые случаи неблагоприятных исходов (нефатальный инфаркт миокарда, острый коронарный синдром/нестабильная стенокардия, реваскуляризация или сердечно-сосудистая смерть), возникшие в период наблюдения. Эффект сохранялся после поправок на традиционные факторы риска и тяжесть поражения
Pana MP, et al., 2021 [6]	16	Без группы контроля, сравнение показателей на момент поступления и во время наблюдения	Определение функционального класса ХСН на основании записи голоса	ХСН	Разработанный алгоритм показал хорошую точность в определении функционального класса ХСН со значением 0,945

Сокращения: ДИ — доверительный интервал, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ЛГ — легочная гипертензия, ОР — отношение рисков, ОШ — отношение шансов, СН — сердечная недостаточность, ХСН — хроническая сердечная недостаточность, NT-proBNP — N-концевой промозговой натрийуретический пептид.

с патофизиологией дыхательно-речевой координации. В крупной амбулаторной когорте скорость речи и кепстральные показатели отличались у пациентов с ХСН и/или ЛГ по сравнению со здоровыми, различия сохранялись после поправки на демографические факторы [13]. В независимой выборке, направленной на инвазивное гемодинамическое исследование, заранее определённый голосовой биомаркер был связан

с повышением среднего давления в лёгочной артерии и, частично, с увеличением лёгочного сосудистого сопротивления, ассоциации были более выраженными при посткапиллярной форме ЛГ [4].

В области ИБС голосовой биомаркер продемонстрировал диагностические и прогностические свойства. В поперечном исследовании у пациентов, направленных на коронароангиографию, предопреде-

лённые голосовые характеристики были независимо связаны с наличием коронарного атеросклероза. Эффект усиливался в эмоционально окрашенной речи [2]. В последующем наблюдении более высокий исходный голосовой индекс ассоциировался с инцидентными коронарными событиями, причём ассоциации сохранялись после поправки на традиционные факторы риска и показатель тяжести поражения [14].

Сводные характеристики включённых работ (популяции, сценарии записи, наборы признаков, клинические референсы и ключевые результаты) представлены в таблице 2. В целом, исследования конвергентно показывают, что при ХСН акустические показатели чувствительны к состоянию объёмного статуса и динамике лечения; при ЛГ голосовые индексы соотносятся с гемодинамическими маркёрами нагрузки малого круга; при ИБС голосовой биомаркер связан как с наличием атеросклероза, так и с будущими коронарными событиями¹ [2, 4, 5, 10, 11].

Результаты

Настоящий систематический обзор суммирует результаты 14 исследований, в которых оценивалась информативность голосовых паттернов у пациентов с ХСН, ЛГ и ИБС. Полученные данные согласуются между собой и указывают на то, что акустические и темпо-ритмические характеристики речи чувствительны к клиническому состоянию пациента, отражают изменения объёмного статуса при ХСН, соотносятся с гемодинамическими показателями при ЛГ и ассоциируются как с наличием коронарного атеросклероза, так и с будущими коронарными событиями при ИБС. Совокупность результатов свидетельствует о потенциале анализа речевого сигнала как неинвазивного и масштабируемого инструмента для диагностики, стратификации риска и дистанционного мониторинга.

Перспективой развития данного научного направления служит опубликование в конце 2025г первого в РФ обсервационного исследования, посвященного акустическому анализу речи русскоговорящих пациентов с ХСН [15]. Учитывая тот факт, что авторам удалось выделить ряд биомаркеров, демонстрирующих динамику в процессе лечения больных сердечной недостаточностью (shimmer, jitter, bowley skew и др.), а также статистически значимую разницу со здоровыми лицами, возникает необходимость многоцентровой валидации и стандартизации протоколов записи голоса пациентов с различными сердечно-сосудистыми заболеваниями. Определение ряда биомаркеров, характерных для конкретной нозологии может быть положено в основу удаленного наблюдения за состоянием больных после выписки из стационара. Учитывая статистически значимые различия между группами с ХСН и здоровыми лицами, можно рассматривать в перспективе указанные голосовые биомаркеры как

инструмент скрининга и ранней диагностики данного состояния, а также отбора пациентов для углубленного обследования.

Клиническая значимость. В рамках стационара речевые индексы различали статус "wet/dry" и отслеживали динамику на фоне терапии, что поддерживает их использование как дополнительного индикатора декомпенсации у больных ХСН. В амбулаторной практике у пациентов с ХСН и/или ЛГ выявлялись устойчивые различия скорости речи и кепстральных показателей по сравнению со здоровыми добровольцами, а при ИБС голосовой биомаркер демонстрировал как диагностическую ценность (связь с поражением коронарных артерий), так и прогностическую (ассоциации с инцидентными событиями). В совокупности это указывает на возможность применения голосового анализа для раннего выявления изменений состояния, персонализации наблюдения и оптимизации маршрутизации пациентов.

Ограничения исследования. В данный обзор были включены гетерогенные исследования: следует подчеркнуть неоднородность протоколов записи (стандартизированное чтение, счёт, спонтанная и эмоционально окрашенная речь), различия в оборудовании и акустической среде, языковую вариативность, а также использование проприетарных алгоритмов с ограниченной прозрачностью. В ряде работ выборки были небольшими или моноцентровыми, что ограничивает обобщаемость; встречались неполные данные и различия в определении исходов. Также многие исследования имели высокий риск систематической ошибки, что требует осторожности при интерпретации полученных результатов.

Практическая значимость. С точки зрения клинического применения наиболее перспективными выглядят два сценария: (1) телемониторинг больных ХСН с целью раннего выявления нарастающей перегрузки объёмом и профилактики госпитализаций; (2) дополнительная стратификация риска при подозрении на ЛГ или ИБС в сочетании со стандартными методами. Однако до рутинного внедрения необходимо обеспечить воспроизводимость результатов в многоцентровых исследованиях, стандартизовать задачи записи и критерии качества, а также продемонстрировать добавочную ценность к существующим клиническим моделям и биомаркерам.

Таким образом, необходимы дальнейшие исследования метода в диагностике рассматриваемых заболеваний, унификация протоколов записи (набор задач, длительность, контроль шума и расстояния до микрофона), кросс-платформенная нормализация аудио. Важны анализ справедливости и устойчивости алгоритмов (пол, возраст, язык), прозрачность моделей и оценка клинической применимости через перспективные исследования с заранее определёнными конечными точками (повторная госпитализация при

ХСН, инвазивные гемодинамические критерии при ЛГ, крупные кардиоваскулярные события при ИБС). Наконец, необходима экономическая оценка и оценка приемлемости для пациентов и врачей, что позволит определить место голосового анализа в существующих маршрутах оказания помощи.

Заключение

Текущий систематический обзор показал, что акустический анализ речевого сигнала и полученные с его помощью голосовые биомаркеры представляются доступными инструментами для дистанционного мониторинга сердечно-сосудистых заболеваний.

Литература/References

- Oganov RG, Shalnova SA, Maslennikova GYa. Epidemiology and prevention of cardiovascular diseases. Cardiology. News. Opinions. Training. 2025;13(1):73-94. (In Russ.) Оганов Р.Г., Шальнова С.А., Масленикова Г.Я. Эпидемиология и профилактика сердечно-сосудистых заболеваний. Кардиология: Новости. Мнения. Обучение. 2025;13(1):73-94. EDN: DQPFQW.
- Maor E, Sara JD, Orbelo DM, et al. Voice Signal Characteristics Are Independently Associated With Coronary Artery Disease. Mayo Clinic Proceedings. 2018;93:840-7. doi:10.1016/j.mayocp.2017.12.025.
- Murton ODG, Hillman R, Majmudar M, et al. Acoustic Voice and Speech Biomarkers of Treatment Status during Hospitalization for Acute Decompensated Heart Failure. Applied Sciences. 2023;13:1827. doi:10.3390/app13031827.
- Sara JDS, Maor E, Borlaug BA, et al. Non-invasive vocal biomarker is associated with pulmonary hypertension. PLOS ONE. 2020;15:e0231441. doi:10.1371/journal.pone.0231441.
- Maor E, Perry D, Mevorach D, et al. Vocal Biomarker Is Associated With Hospitalization and Mortality Among Heart Failure Patients. Journal of the American Heart Association. 2020;9:e013359. doi:10.1161/JAHA.119.013359.
- Pana MP, Busnatu S, Serbanoiu L, et al. Reducing the Heart Failure Burden in Romania by Predicting Congestive Heart Failure Using Artificial Intelligence: Proof of Concept. Applied Sciences. 2021;11:11728. doi:10.3390/app112411728.
- Reddy MK, Pohjalainen H, Helkkula P, et al. Glottal flow characteristics in vowels produced by speakers with heart failure. Speech Communication. 2022;137:35-43. doi:10.1016/j.specom.2021.12.001.
- Reddy MK, Helkkula P, Keerthana YM, et al. The automatic detection of heart failure using speech signals. Computer Speech & Language. 2021;69:101205. doi:10.1016/j.csl.2021.101205.
- Amir O, Abraham WT, Azzam ZS, et al. Remote speech analysis in the evaluation of hospitalized patients with acute decompensated heart failure. JACC: Heart Failure. 2022;10(1):41-9. doi:10.1016/j.jchf.2021.08.008.
- Murton OM, Hillman RE, Mehta DD, et al. Acoustic speech analysis of patients with decompensated heart failure: a pilot study. JASA Express Letters. 2017;142:EL401-EL407. doi:10.1121/1.5007092.
- Amir O, Anker SD, Gork I, et al. Feasibility of remote speech analysis in evaluation of dynamic fluid overload in heart failure patients undergoing haemodialysis treatment. ESC Heart Failure. 2021;8:2467-72. doi:10.1002/ehf2.13367.
- Pareek V, Sharma RK. Coronary Heart Disease Detection from Voice Analysis. In: 2016 IEEE Students' Conference on Electrical, Electronics and Computer Science (SCEECS). 2016. doi:10.1109/SCEECS.2016.7509344.
- Sara JDS, Ishikawa K, Li Y, et al. Acoustic features are independently associated with heart failure and pulmonary hypertension. ESC Heart Failure. 2025;12:2946-57. doi:10.1002/ehf2.15309.
- Sara JDS, Maor E, Orbelo DM, et al. Noninvasive Voice Biomarker Is Associated With Incident Coronary Artery Disease Events at Follow-up. Mayo Clinic Proceedings. 2022;97:835-46. doi:10.1016/j.mayocp.2021.10.024.
- Konyukhov VN, Garanin AA, Kolsanov AV. Speech Signal Parameters as Biomarkers for Remote Monitoring of Patients with Chronic Heart Failure. Kardiologiya. 2025;65(12):20-7. (In Russ.) Конюхов В.Н., Гаранин А.А., Колсанов А.В. Параметры речевого сигнала как биомаркеры для дистанционного мониторинга состояния пациентов с хронической сердечной недостаточностью. Кардиология. 2025;65(12):20-7. doi:10.18087/cardio.2025.12.n3038. EDN: ETFQLZ.

Адреса организаций авторов: ФГБОУ ВО Самарский государственный медицинский университет Минздрава России, ул. Чапаевская, д. 89, Самара, 443099, Россия.

Addresses of the authors' institutions: Samara State Medical University, Chapayevskaya str., 89, Samara, 443099, Russia.

Паспорт доверия статьи

Параметр	Результат
Раскрытие вклада каждого автора	Присутствует
Раскрытие конфликта интересов	Присутствует
Предоставление декларации ИИ	Присутствует

Параметр	Результат
Проверка литературных источников	Присутствует
Проверка на заимствования и генерацию	Присутствует
Постпубликационный мониторинг	Присутствует