Кардиологический вестник
2025, Т. 20, №4-1, с. 48–55
https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin20252004148

Russian Cardiology Bulletin
2025, Vol. 20, No. 4-1, pp. 48–55
https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin20252004148

Контроль показателей течения хронической сердечной недостаточности с помощью датчика трансторакального импеданса и вариабельности сердечного ритма у пациентов с имплантированным кардиовертером-дефибриллятором

© М.В. КУЛЕШОВА[1], Т.М. УСКАЧ[2, 3], В.А. АМАНАТОВА[2], Д.Ф. АРДУС[2], А.В. ВЕРЕЩАГИНА[2], О.В. САПЕЛЬНИКОВ[2]

[1]ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий — Центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневского» Минобороны России, Красногорск, Россия;
[2]ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. акад. Е.И. Чазова» Минздрава России, Москва, Россия;
[3]ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия

Резюме

Цель исследования. Оценить значение показателей трансторакального импеданса (ТТИ) и вариабельности сердечного ритма (ВСР) для определения ухудшения течения хронической сердечной недостаточности (ХСН) у пациентов с имплантированными кардиовертер-дефибриллятором (КВД) с мультисенсорным датчиком.

Материал и методы. В исследование включено 48 пациентов с ХСН II-III функционального класса (ФК), фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ)≤35%, с показаниями к первичной профилактике внезапной сердечной смерти (ВСС), получающие оптимальную медикаментозную терапию (ОМТ) ХСН более трех месяцев. Пациентам имплантирован КВД CHARISMA TM EL ICD Boston Scientific, после чего они наблюдались в течение 6 месяцев. Оценивали показатели датчиков ТТИ и вариабельности сердечного ритма (ВСР) при интеррогировании КВД, количество шоков, анализировали клинико-лабораторную динамику течения ХСН и качества жизни, потребность в диуретической терапии.

Результаты. Средний возраст пациентов составил 56,4±13,6 года, преобладали пациенты мужского пола. Ишемическая болезнь сердца, дилатационная кардиомиопатия и гипертоническая болезнь были основными причинами ХСН. По результатам исследования выделили группу пациентов (n=17) с клиническим ухудшением течения ХСН, критериями которого было наличие как минимум одного из показателей: повышение ФК СН, снижение дистанции теста 6-минутной ходьбы (ТШХ), увеличение потребности в диуретической терапии. При проведении интеррогирования имплантируемых кардиовертеры-дефибрилляторов в данной группе были зафиксированы более низкие показатели ТТИ и показатели ВСР; более высокий уровень NT-proBNP, снижение дистанции ТШХ.

Выводы. Применение показателя ТТИ и ВСР у пациентов с КВД может служить одним из точных показателей прогнозирования и своевременного выявления ухудшения течения ХСН.

Ключевые слова: *внезапная сердечная смерть, имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор, сердечная недостаточность, мультисенсорный мониторинг.*

Информация об авторах:
Кулешова М.В. — https://orcid.org/0009-0002-9590-4004
Ускач Т.М. — https://orcid.org/0000-0003-4318-0315
Аманатова В.А. — https://orcid.org/0000-0002-0678-9538
Ардус Д.Ф. — https://orcid.org/0000-0001-8305-1855
Верещагина А.В. — https://orcid.org/0000-0001-8158-3794
Сапельников О.В. — https://orcid.org/0000-0002-5186-2474
Автор, ответственный за переписку: Кулешова М.В. — e-mail: dr.kuleshova.mv@gmail.com

Как цитировать:
Кулешова М.В., Ускач Т.М., Аманатова В.А., Ардус Д.Ф., Верещагина А.В., Сапельников О.В. Контроль показателей течения хронической сердечной недостаточности с помощью датчика трансторакального импеданса и вариабельности сердечного ритма у пациентов с имплантированным кардиовертером-дефибриллятором. *Кардиологический вестник*. 2025;20(4-1):48–55.
https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin20252004148

Monitoring of chronic heart failure using transthoracic impedance and heart rate variability sensor in patients with cardioverter defibrillator

© M.V. KULESHOVA[1], T.M. USKACH[2, 3], V.A. AMANATOVA[2], D.F. ARDUS[2], A.V. VERESHCHAGINA[2], O.V. SAPELNIKOV[2]

[1]Vishnevsky Central Military Clinical Hospital, Krasnogorsk, Russia;
[2]Chazov National Medical Research Center of Cardiology, Moscow, Russia;
[3]Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

Abstract

Objective. To evaluate the role of transthoracic impedance (TTI) and heart rate variability (HRV) in control of HF deterioration in patients with implanted ICD.

Material and methods. The study included 48 patients with HF class II-III, LVEF<35% and indications for primary prevention of SCD. They received optimal therapy of HF for more than three months. The patients were implanted with CHARISMA TM EL ICD Boston Scientific, and then they were followed-up for 6 months. We evaluated the indicators of TTI and HRV sensors during ICD intervention, the number of shocks, clinical and laboratory dynamics of HF and quality of life, as well as the need for diuretic therapy.

Results. Mean age of patients was 56.4±13.6 years, male patients predominated. Coronary artery disease, dilated cardiomyopathy and hypertension were the main causes of HF. We identified patients (*n*=17) with clinical deterioration of HF defined as the presence of at least one of the following signs: increased HF class, decreased 6MWT distance and higher need for diuretic therapy. At ICD interrogation, this group demonstrated lower TTI and HRV values, higher NT-proBNP and decreased 6MWT distance.

Conclusion. TTI and HRV in patients with CVD can serve as an accurate indicator for predicting and detecting deterioration of CHF.

Keywords: *sudden cardiac death, implantable cardioverter defibrillator, heart failure, multisensory monitoring.*

Information about the authors:
Kuleshova M.V. — https://orcid.org/0009-0002-9590-4004
Uskach T.M. — https://orcid.org/0000-0003-4318-0315
Amanatova V.A. — https://orcid.org/0000-0002-0678-9538
Ardus D.F. — https://orcid.org/0000-0001-8305-1855
Vereshchagina A.V. — https://orcid.org/0000-0001-8158-3794
Sapelnikov O.V.— https://orcid.org/0000-0002-5186-2474
Corresponding author: Kuleshova M.V. — e-mail: dr.kuleshova.mv@gmail.com

To cite this article:
Kuleshova MV, Uskach TM, Amanatova VA, Ardus DF, Vereshchagina AV, Sapelnikov OV. Monitoring of chronic heart failure using transthoracic impedance and heart rate variability sensor in patients with cardioverter defibrillator. *Russian Cardiology Bulletin*. 2025;20(4-1):48–55. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin20252004148

Введение

Сердечная недостаточность (СН) является серьезной и растущей проблемой общественного здравоохранения во всем мире, связанной с высокой заболеваемостью, смертностью и финансовыми затратами, характеризующейся существенным снижением качества жизни и высокой летальностью пациентов [1]. Прогнозирование и профилактика факторов риска развития внезапной сердечной смерти (ВСС) и декомпенсации хронической сердечной недостаточности (ХСН) как основных причин летальности у пациентов со сниженной фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) является важной задачей оптимальной медикаментозной терапии и интервенционных методов лечения [1].

Имплантируемые кардиовертеры-дефибрилляторы (ИКД) нашли широкое применение в медицинской практике с 1980 г., а в последние годы наблюдается заметный рост количества имплантаций по всему миру. Это обусловлено как увеличением числа пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, требующих такого вмешательства, так и совершенствованием технических возможностей и улучшением функционала имплантируемых устройств. Благодаря постоянному развитию технологий в этой области медицины появляются новые имплантируемые устройства, оснащенные программным обеспечением с адаптивными алгоритмами, мониторингом работы сердца в режиме реального времени и дистанционной передачей данных, мультисенсорными датчиками контроля физиологических параметров. Это позволяет справляться с различными клиническими ситуациями у пациентов с СН и повышать их качество жизни [2].

Для повышения эффективности ранней диагностики прогрессирования ХСН был разработан алгоритм, объединяющий в имплантируемых кардиальных устройствах расширенную группу различных сенсоров, целью комбинирования которых является возможность охватить различные аспекты СН, проявляющиеся определенными клиническими симптомами. В настоящее время в международные клинические исследования по мультисенсорному алгоритму контроля течения СН включено более 1000 пациентов. Всего в мире, начиная с 2017 по 2022 г., было имплантировано порядка 85 тыс. подобных устройств [3].

Самым крупным исследованием было международное многоцентровое нерандомизированное исследование MultiSENSE (Multisensor Chronic Evaluation in Ambulatory

Heart Failure Patients), в котором было продемонстрировано, что составной индекс на основе показателей датчиков трансторакального импеданса (ТТИ), вариабельности сердечного ритма (ВСР), активности пациента и алгоритма оповещения (HeartLogic) обеспечивают чувствительный и своевременный прогноз надвигающейся декомпенсации СН [4].

В Российской Федерации в настоящее время доступен к использованию ИКД нового поколения CHARISMA TM EL ICD Boston Scientific для лечения СН и профилактики ВСС. Он обладает уникальным набором датчиков для ранней диагностики развития декомпенсации СН: ТТИ, ВСР, первый и третий тоны сердца, отношение частоты дыхания к дыхательному объему, контроль частоты сердечных сокращений и активность пациента. Особый интерес представляют датчики, предназначенные для измерение угла наклона изголовья кровати и частоты дыхания, отражающие симптомы ортопноэ и одышки в ночное время, являющиеся ранним проявлением прогрессии СН.

Цель исследования — оценить значение показателей ТТИ и ВСР для определения ухудшения течения ХСН у пациентов с ИКД с мультисенсорным набором датчиков.

Материал и методы

В проспективное исследование определения значения показателей ТТИ и ВСР для контроля течения заболевания у пациентов с ХСН и ИКД было включено 48 пациентов.

Критериями включения в исследование являлись возраст старше 18 лет; наличие подписанного информированного добровольного согласия на участие в исследовании; наличие показаний к имплантации кардиовертер-дефибриллятора (КВД) для первичной профилактики ВСС: верифицированный диагноз ХСН II—III ФК по классификации NYHA с ФВ ЛЖ⩽35%, ожидаемая продолжительность жизни более 1 года, оптимальная медикаментозная терапия (ОМТ) ХСН более 3 мес.

Критериями исключения являлись: инфаркт миокарда, перенесенный 3 мес назад; коронарная ангиопластика или операция аортокоронарного шунтирования; катетерная абляция менее чем за 3 мес до включения пациента в исследование; наличие показаний к проведению реваскуляризации миокарда или операции на клапанах на момент включения в исследование; механический протез трикуспидального клапана; тромбы в полости левого желудочка; наличие показаний к имплантации устройства для сердечной ресинхронизирующей терапии; необходимость во вторичной профилактике ВСС, период беременности и грудного вскармливания; наличие психических расстройств; наличие тяжелых сопутствующих заболеваний, ограничивающих прогнозируемую продолжительность жизни менее 1 года; отсутствие возможности у пациента посещать контрольные осмотры в соответствующие сроки; отказ пациента от участия в исследовании.

Для более качественной оценки данных с имплантируемых устройств в исследование не включались пациенты с постоянной формой фибрилляции предсердий (ФП).

Всем пациентам проводилось стандартное обследование, включавшее в себя общий и биохимический анализы крови с определением уровня NT-proBNP, рентгенографию органов грудной клетки, трансторакальную эхокардиографию, 12-канальное холтеровское мониторирование, электрокардиограмму (ЭКГ), тест 6-минутной ходьбы (ТШХ), заполнение Миннесотского опросника качества жизни у больных ХСН.

Всем пациентам выполнялась имплантация КВД CHARISMA TM EL ICD Boston Scientific, обладающего комплексом датчиков для контроля ХСН: ТТИ, частота дыхательных движений, уровень физической активности, частота сердечных сокращений (ЧСС) во время сна и в дневное время, ВСР, угол наклона изголовья кровати.

Техника имплантации трансвенозного КВД с мультисенсорным набором датчиков

Операция выполнялась в рентген-операционной при положении пациента на спине. После местной анестезии производили разрез по левой дельтовидной борозде с последующей пункцией левой подключичной вены. Через интродьюсеры в полость правого желудочка устанавливали дефибриллирующий электрод BS Endotak Reliance 4-front с активной фиксацией в области верхушки. Контролировали порог стимуляции, амплитуду спонтанного сигнала и импеданс. Затем в полость правого предсердия вводили предсердный электрод Ingevity MRI с аналогичной проверкой параметров. Проксимальные концы электродов фиксировали к апоневрозу большой грудной мышцы и подключали к устройству Charisma X4 D333 ICD DR. Систему размещали в сформированном ложе, после чего рану послойно ушивали и активировали терапию.

Настройка параметров стимуляции проводилась интраоперационно по стандартному протоколу программирования двух зон — зоны детекции желудочковой тахикардии и зоны фибрилляции желудочков. Далее в течение последующих 1—5 дней выполнялся контроль параметров работы устройства и их коррекция, а также активация сенсоров ХСН.

Осложнения, связанные с электродами, определяли как переломы или дислокации электрода дефибриллятора с неизбежным риском неадекватных или неэффективных разрядов, а также электрод-ассоциированные инфекции и прогрессирование трикуспидальной регургитации, обусловленное электродом. Нежелательные явления, связанные с дефибриллятором, классифицировали как совокупность неадекватного разряда и/или осложнений, связанных непосредственно с электродами.

Продолжительность исследования составила 6 мес. По истечении этого срока была проведена оценка клинического статуса, контрольная ЭхоКГ, определение уровня NT-proBNP, интеррогирование устройства с оценкой всех полученных эндограмм, также было проведено сравнение клинических параметров с показателями ТТИ, ВСР и уровнем NT-proBNP.

Оценивались следующие критерии течения ХСН: динамика ТШХ, изменение функционального класса сердечной недостаточности (ФК СН), потребность в коррекции диуретической терапии, уровень NT-proBNP, показания датчика ТТИ и ВСР при интеррогировании имплантируемого устройства. Адекватную терапию ИКД определяли как дефибрилляцию или антитахикардитическую стимуляцию в связи с желудочковыми тахиаритмиями, сопровождающуюся клиническими симптомами или протекающую без них. Неадекватными считали разряды, возникающие из-за чрезмерной чувствительности

экстракардиальных шумов или из-за ложного распознавания наджелудочкового ритма.

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.8.0 (разработчик ООО «Статтех», Россия).

Количественные показатели при отсутствии нормального распределения описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1—Q3).

Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого в каждой из групп соответствовало нормальному, при условии равенства дисперсий выполнялось с помощью t-критерия Стьюдента. При сравнении количественных показателей, распределение которых отличалось от нормального, в двух связанных группах использовался критерий Манна—Уитни. Различия считались статистически значимыми при $p<0,05$, значения p от 0,05 до 0,10 интерпретировали как тенденцию.

Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей, 95% доверительные интервалы для процентных долей рассчитывались по методу Клоппера—Пирсона.

Направление и теснота корреляционной связи между двумя количественными показателями оценивались с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена (при распределении показателей, отличном от нормального). Прогностическая модель, характеризующая зависимость количественной переменной от факторов, разрабатывалась с помощью метода линейной регрессии. Различия считались статистически значимыми при $p<0,05$.

Результаты

Средний возраст включенных в исследование пациентов составил 56,4±13,6 года, преобладали пациенты мужского пола. Ишемическая болезнь сердца была причиной ХСН у 52,25% (27 пациентов), дилатационная кардиомиопатия — у 22,92% (11 пациентов), гипертоническая болезнь — у 20,83% (10 человек). У 17 пациентов диагностирована пароксизмальная форма ФП, у 5 из них ранее в анамнезе была выполнена успешная операция радиочастотной аблации аритмогенных зон. Клинико-демографическая характеристика пациентов представлена в **табл. 1.**

Включение пациентов в исследование проводилось после обследования на базе ФГБУ «НМИЦК им. акад. Е.И. Чазова» Минздрава России. Исходные результаты функциональных, лабораторных и инструментальных показателей представлены в **табл. 2.**

Все пациенты при включении их в исследование находились на оптимальной медикаментозной терапии (ОМТ) ХСН более 3 мес в максимально переносимых дозах, в последующем оценивалась динамика диуретической терапии. Медикаментозная терапия пациентов представлена в **табл. 3.**

Все оперативные вмешательства прошли успешно. Интраоперационных осложнений, а также хирургических осложнений в дальнейшем периоде наблюдения не было зарегистрировано. Контрольный визит проводили через 6 мес. В течение этого времени осуществляли тщательный анализ возможных осложнений имплантации устройств, проводили регулярный контроль состояния пациентов по телефону, при подозрении на срабатывание ИКД, появление симптомов декомпенсации ХСН приглашали на внеплановый прием.

Таблица 1. **Клинико-демографическая характеристика пациентов, *n* (%)**

Table 1. **Clinical and demographic characteristics of patients, *n* (%)**

Показатель	Значение
Общее количество пациентов	48
Мужской пол, *n* (%)	42 (87,8)
Возраст, лет [Me]	56,5 [47,5; 64]
ИМТ, кг/м^2 [Me]	27,5 [23,6; 32,3]
Клинические факторы риска и диагноз:	
Курение, *n* (%)	30 (62,5)
Сахарный диабет, *n* (%)	10 (20,8)
Ожирение (ИМТ⩾30 кг/м^2), *n* (%)	13 (27)
Артериальная гипертония, *n* (%)	37 (77)
Хроническая болезнь почек, (СКФ⩽60 мл/мин), *n* (%)	19 (39,5)
Фибрилляция предсердий, *n* (%)	17 (35,4)
.....из них РЧА в анамнезе	5 (10,4)
Причина ХСН, *n* (%):	
.....ИБС	27 (52,2)
.....ДКМП	11 (22,9)
.....ГБ	10 (20,8)
ХСН ФК, *n* (%):	
.....ХСН ФК 2	26 (54,17)
.....ХСН ФК 3	22 (45,83)
ЧКВ, *n* (%)	18 (37,5)
АКШ/МКШ, *n* (%)	9 (18,7)
Давность ХСН, мес	36 [15,7; 81]

Примечание. [Me] — медиана; ИМТ — индекс массы тела; СКФ — скорость клубочковой фильтрации; РЧА — радиочастотная аблация; ХСН — хроническая сердечная недостаточность; ИБС — ишемическая болезнь сердца; ДКМП — дилатационная кардиомиопатия; ГБ — гипертоническая болезнь; ФК — функциональный класс; ЧКВ — чрескожное коронарное вмешательство; АКШ/МКШ — аортокоронарное шунтирование/маммарокоронарное шунтирование.

По результатам наблюдения была выделена группа пациентов, у которых состояние через 6 мес определено как клиническое ухудшение течения ХСН. В качестве критериев ухудшения было выбрано наличие как минимум одного из следующих показателей: повышение ФК СН, снижение дистанции ТШХ, увеличение потребности в диуретической терапии. Через 6 мес ухудшение течения ХСН по данным критериям было зарегистрировано у 17 пациентов (35,4%), они были определены в группу 1. В этой группе в динамике через 6 мес выявлено снижение дистанции ТШХ и увеличение доз диуретиков **(табл. 4)**.

Количество пациентов без клинического ухудшения ХСН — 31 человек — были отнесены в группу 2 **(табл. 5)**.

Проведен анализ исходных и шестимесячных результатов ФВ и уровня NT-proBNP в обеих группах. В группе 1 на момент включения в исследование уровень NTpro-BNP составил 790 пг/мл [904,7;3261], через 6 мес. увеличился до 2182 пг/мл [1068; 6578], p=0,002. В группе 2 исходно NTpro-BNP был 784,5пг/мл [484,4; 1102], через 6 мес динамики получено не было — 847 пг/мл [402; 1779], p=0,850.

В группе 1 исходный показатель ФВ составил 29% [26; 30], через 6 мес наблюдения сохранился на прежнем

***Таблица* 2 Клинико-диагностическая характеристика пациентов**
***Table 2.* Clinical and diagnostic characteristics of patients**

Показатель	Результаты
Общее количество пациентов, *n*	48
ТШХ, м	335 [195; 386,5]
NTpro-BNP, пг/мл	875,0 [529,8; 1179,0]
ФВ, %	30 [26,5; 31,5]
КДР, см	7,2 [6,65; 7,55]
КСР, см	6,15 [5,55; 6,7]
иКДО,мл/м2	114,9 [98,5; 139,1]
иКСО, мл/м^2	79,4 [67; 98]
СДЛА, мм рт.ст.	34,0 [25,8; 46,2]
Трикуспидальная регургитация (ТР), *n* (%):	
.....ТР 1 степени	25 (52)
.....ТР 2 степени	17 (35,4)
.....ТР 3 степени	6 (10,7)

Примечание. ТШХ — тест шестиминутной ходьбы; NTpro-BNP — мозговой натрийуретический пропептид В-типа; ФВ — фракция выброса; КДР — конечный диастолический размер; КСР — конечный систолический размер; иКДО — индекс конечного диастолического объема; иКСО — индекс конечного систолического объема; СДЛА — систолическое давление в легочной артерии

***Таблица* 3 Медикаментозная терапия пациентов в исследовании, *n* (%)**
***Table 3.* Drug therapy, *n* (%)**

Препараты	Назначение
иАПФ	7 (14,5)
АРНИ	41 (85,4)
Бета-адреноблокаторы:	
.....бисопролол	29 (60,4)
.....метопролол сукцинат	13 (27,0)
.....карведилол	6 (10,7)
Петлевые диуретики:	
.....фуросемид	7 (14,5)
.....торасемид	35 (72,9)
АМКР	48 (100)
иНГЛТ-2	46 (95,8)
Статины	37 (77)
Дезагреганты	37 (77)
Прямые оральные антикоагулянты	17 (35,4)

***Таблица 4.* Клинические признаки ухудшения течения ХСН в группе 1, *n*=17**
***Table 4.* Clinical signs of HF deterioration in group 1, *n*=17**

Показатель	Исходно	Через 6 мес	*p*
ХСН ФК 3, *n* (%)	10 (20,8)	14 (29,1)	0,267
ТШХ, м	335 [195; 386,5]	175 [150; 301]	0,040
Доза диуретиков в пересчете на фуросемид, мг	60 [30; 80]	80 [40; 140]	0,039

уровне — 29% [22; 31], *p*=0,75. В группе 2 исходно показатель ФВ был равен 30% [27,5; 31,5], через 6 месяцев — 31% [29; 35], *p*=0,04. Таким образом, в группе 2 отмечены более высокие как исходные, так и конечные значения по сравнению с группой 1 и получена статистически значимая положительная динамика увеличения ФВ через полгода по сравнению с исходной.

Через 6 мес при интеррогировании имплантируемых устройств среди всех пациентов значение медианы ТТИ составило 45,8 Ом [43;48,6], медианы ВСР составило 79 мс [69,7;88]. При этом в группе 1 пациентов с клиническим ухудшением ХСН показатель ТТИ составил 37 Ом [34; 39] против 44 Ом [41;52] в группе 2, *p*<0,001; показатель ВСР составил 72 мс [68; 76] против 79 мс [74; 86], *p*<0,001. Также проведена сравнительная оценка показателей размеров полостей сердца и СДЛА в обеих группах. Подробные результаты представлены в **табл 6.**

При проведении интеррогирования имплантируемых устройств у пациентов в группе 1 были зафиксированы статистически значимые более низкие показатели как ТТИ, так и ВСР. Параллельно лабораторные исследования выявили достоверно повышенный уровень NT-proBNP, а функциональные — снижение дистанции ТШХ в этой же группе пациентов. Указанные параметры были выбраны предметом корреляционного анализа, результаты которого продемонстрировали наличие статистически значимых связей по шкале Чеддока:

— между ТТИ и NT-proBNP (*p*=0,002) высокой тесноты обратная связь **(рисунок, а)**
— между ВСР и NT-proBNP (*p*<0,121) умеренной тесноты обратная связь;
— между ТТИ и ТШХ (*p*=0,008) обратная связь заметной тесноты;
— между ВСР и ТШХ (*p*=0,001) прямая связь высокой тесноты **(рисунок, б)**.

На основании результатов Миннесотского опросника качества жизни (MHFLQ) группе 2 наблюдалось достоверное снижение количества баллов через 6 мес по сравнению с исходными данными. В группе 1 продемонстрирована положительная тенденция снижения количества баллов, но без достижения статистической значимости. При ретроспективной оценке оказалось, что у пациентов группы 1 на момент включения в исследование был достоверно более высокий балл — 26 [22; 30], в группе 2 — 21 [15;28], *p*=0,048. Полученные результаты свидетельствует о том, что имплантация ИКД (как и многие интервенционные вмешательства) не только не снижает качество жизни, но и способствует его некоторому улучшению [5]. Подробные результаты MHFLQ отражены в **табл. 7**.

Анализ осложнений и срабатываний устройств

За время стационарного периода осложнений не было зарегистрировано. При амбулаторном наблюдении отмечен один летальный исход от внесердечных причин (внебольничная полисегментарная пневмония тяжелого течения).

При анализе срабатываний ИКД адекватные разряды зафиксированы у двух пациентов по поводу развившихся неустойчивых пароксизмов мономорфной и полиморфной желудочковых тахикардий (ЖТ), оба пароксизма купировал первый разряд, в случае мономорфной ЖТ — посредством антитахикардитической стимуляции. С учетом однократ-

ных эпизодов желудочковых нарушений ритма в коррекции антиаритмической терапии пациенты не нуждались. Неадекватные срабатывания были зарегистрированы у трех пациентов, во всех случаях причиной послужили пароксизмы наджелудочковой тахикардии и тахисистолический вариант пароксизмальной формы фибрилляции предсердий. Для устранения подобных немотивированных срабатываний провели корректировку зон детекции устройства.

У одного из пациентов было зарегистрировано 42 неадекватно нанесенных шока, при интеррогировании ИКД они определялись как пароксизмы фибрилляции предсердий, потребовавшие проведения интервенционного лечения. При дальнейшем наблюдении срабатываний ИКД не отмечено.

Обсуждение

Целью нашего исследования являлось применение дополнительных возможностей ИКД в виде оценки значения показателей ТТИ и ВСР у пациентов с ХСН со сниженной ФВ ЛЖ. По результатам продемонстрировано достоверное снижение значения ТТИ и ВСР в группе пациентов с ухудшением течения ХСН, что коррелирует с уменьшением дистанции ТШХ и увеличением уровня NTpro-BNP.

Подобные результаты с некоторыми ограничениями были получены и в более ранних исследованиях. Например, в 2012 г. одним из первых по данной теме проведено исследование DOT-HF (Diagnostic Outcome Trial in Heart Failure), оценивающее эффективность показателя внутригрудного мониторинга жидкости OptiVol, полученного с помощью ТТИ, для предотвращения декомпенсации ХСН. Показана высокая чувствительность (68%) и специфичность (55%) ТТИ для раннего (за 14±7 дней до появления симптомов) выявления ухудшения течения ХСН, что позволило в 2,3 раза чаще проводить коррекцию диуретической терапии и снизить длительность госпитализации у пациентов с декомпенсацией [6].

Однако в DOT-HF показатель ТТИ оценивался как изолированный маркер ранней декомпенсации. В своих

Таблица 5. **Клинические признаки течения ХСН в группе 2, *n*=31**
Table 5. **Clinical signs of HF course in group 2, *n*=31**

Показатель	Исходно	Через 6 мес	*p*
ХСН ФК 3, *n* (%)	12 (25)	10 (20,8)	0,652
ТШХ, м	336 [202,5; 395]	336 [191,2; 389,2]	0,127
Доза диуретиков в пересчете на фуросемид, мг	40 [20; 50]	40 [20; 80]	0,107

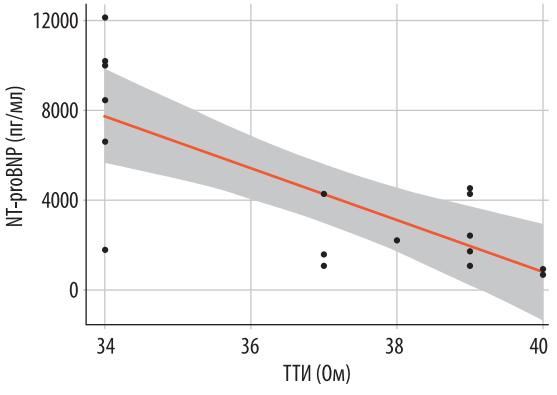
Таблица 6. **Результаты лабораторных и инструментальных исследований пациентов обеихгрупп через 6 месяцев, *n*=48**
Table 6. **Diagnostic data after 6 months, *n*=48**

Показатель	Группа 1, *n*=17	Группа 2, *n*=31	*p*
ТТИ, Ом	**37 [34; 39]**	44 [41;52]	**<0,001**
ВСР, мс	**72 [68; 76]**	**79 [74; 86]**	<0,001
NTpro-BNP, пг/мл	2182 [1068; 6578]	847 [402; 1779]	0,005
ФВ ЛЖ, %	29 [22; 31]	34[30; 35]	0,020
КДР, см	7,3 [6,9; 7,4]	7 [6,5; 7,4]	0,511
КСР, см	6,2 [5,4; 6,9]	6,1[5,4; 6.6]	0,517
иКДО, мл/м^2	111,7 [94,5; 128,8]	114 [93,6; 88,2]	0,227
иКСО, мл/м^2	72,3 [63,6; 87,7]	74[63,8; 88,2]	0,238
СДЛА, мм рт.ст.	30 [27; 48]	30 [25; 45]	0,620

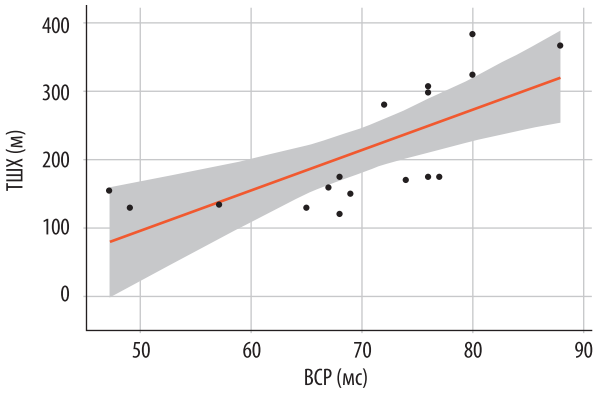
Таблица 7. **Результаты Миннесотского опросника качества жизни у обеих групп исходно и через 6 месяцев, баллы**
Table 7. **MHFLQ scores in both groups at baselineand after 6 months**

MHFLQ	Исходно	Через 6 мес	*p*
Группа 1, *n*=17	26 [22; 30]	22 [16;25]	0,150
Группа 2, *n*=31	21 [15;28]	15 [10;27]	0,012

Примечание. MHFLQ — Миннесотский опросник качества жизни.



а/a



б/b

Графики регрессионной функции, характеризующие зависимость.
а — NT-proBNP от ТТИ; б — ТШХ от ВСР.

Regression function graphs characterizing dependence of NT-proBNP on TTI (a) and 6MWT on HRV (b).

выводах исследователи справедливо предполагали, что использование ТТИ в комбинации с другими параметрами, такими как ВСР, активность пациента, биохимические маркеры (NT-proBNP), покажет более высокую специфичность в выявлении декомпенсации. Именно на этом был сделан акцент в многоцентровом исследовании MultiSENSE, в котором комбинированный анализ параметров датчика с использованием ТТИ, ВСР и активности пациента продемонстрировал более высокую чувствительность (76%) в прогнозировании госпитализаций по поводу декомпенсации, а также более высокую специфичность 85% (p<0,01) по сравнению с изолированным мониторингом ТТИ в исследовании DOT-HF [4].

Аналогично проведенному нами исследованию, в MultiSENSE была проанализирована динамика уровня NT-pro-BNP и показан меньший прирост его показателя в группе пациентов, в которой применяли коррекцию диуретической терапии по результатам сенсоров ИКД (+12% против +45% в группе без коррекции терапии по результатам сенсоров), что также совпадает с нашими данными.

Полученные данные свидетельствуют о клинически значимом преимуществе комплексной оценки сенсорных показателей перед моносенсорным мониторингом и подтверждает целесообразность внедрения мультипараметрических алгоритмов в клиническую практику.

Очень важным моментом является медикаментозная терапия ХСН. В проведенных ранее исследованиях не было отбора пациентов по терапии. Так, в DOT-HF пациенты получали стандартную медикаментозную терапию согласно рекомендациям ESC того периода, в которую еще не были включены препараты из групп АРНИ и иНГЛТ-2 [7]. В дальнейшем в исследовании MultiSENSE иНГЛТ-2 также не применялись иНГЛТ-2 из-за отсутствия на тот момент их широкого внедрения в клиническую практику. Терапию препаратами АРНИ получали 21% пациентов из группы иАПФ/БРА/АРНИ, и именно в этой подгруппе достоверно показана лучшая стабильность показателя ТТИ: на 42% меньше ложных срабатываний по сравнению с подгруппами иАПФ/БРА (p=0,030) [4].

При включении в наше исследование у всех пациентов наблюдалось стабильное течение ХСН, все они находились на ОМТ, были в состоянии компенсации и активно их терапия не менялась. В целом, при наблюдении пациентов в общей группе за полгода не произошло существенной динамики клинико-инструментальных показателей. Это связано с тщательным отбором пациентов.

Важным отличительным моментом нашего исследования является включение пациентов, находившихся на ОМТ более 3 месяцев с высоким процентом приема таких групп препаратов, как АРНИ (85,4%) и иНГЛТ-2 (95,8%), что могло повлиять на стабильное компенсированное течение ХСН. Соответственно, при шестимесячном наблюдении мы не ожидали увидеть улучшения течения ХСН, поэтому важным моментом, который мы оценивали, было ухудшение ее течения.

По результатам проведенного корреляционного анализа получены убедительные данные о том, что по мере нарастания декомпенсации ХСН наблюдается достоверное снижение таких показателей, как ТТИ, ВСР и повышение уровня NT-proBNP, а также прослеживается тенденция к снижению толерантности к физической нагрузке [8]. Показана сильная обратная корреляция между значением показателя ВСР и уровнем NT-proBNP, что ранее было подтверждено в исследовании SMART-AF (2021) [9]. Взаимосвязь ВСР с дистанцией ТШХ свидетельствует о том, что улучшение показателей ВСР ассоциировано с увеличением переносимости физической нагрузки.

Выявлено достоверное различие в значениях ФВ в группе, в которой произошло ухудшение течения ХСН по сравнению с той, в которой не произошло. Оказалось, что ФВ была ниже в группе с ухудшением течения как через 6 мес, так и исходно.

Результаты проведенного нами шестимесячного исследования подтверждают диагностическую ценность комплексной оценки функционального статуса пациентов и параметров мультисенсорного датчика ИКД, дают дополнительную информацию об ухудшении течения ХСН и необходимости госпитализации в более ранние сроки от начала декомпенсации, а также предоставляют возможность своевременной коррекции терапии.

Выводы

1. ХСН является заболеванием с непрерывно прогрессирующим течением.
2. Своевременное выявление ухудшения течения этого заболевания является неотъемлемой частью ведения пациентов с ХСН.
3. Применение показателя ТТИ и ВСР у пациентов с ИКД может служить одними из точных показателей прогнозирования ухудшения течения ХСН.

Вклад авторов:
Концепция и дизайн — Кулешова М.В., Ускач Т.М., Сапельников О.В.
Сбор и анализ данных — Кулешова М.В., Аманатова В.А., Верещагина А.В., Ардус Д.Ф.
Статистическая обработка данных — Кулешова М.В.
Написание статьи — Кулешова М.В., Ускач Т.М.
Исправление статьи — Кулешова М.В., Ускач Т.М., Сапельников О.В.
Утверждение окончательного варианта статьи — все авторы

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflict of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al. 2023 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment ofacute and chronic heart failure. *European Heart Journal*. 2023;44(37):3627-3639. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad195
2. Талибуллин И.В., Лебедева Н.Б. Имплантируемые кардиовертеры-дефибрилляторы в профилактике внезапной сердечной смерти: современные рекомендации по применению и реальная клиническая практика (обзор литературы). *Бюллетень сибирской медицины*. 2022; 21(1):183-196. https://doi.org/10.20538/1682-0363-2022-1-183-196

Talibullin IV, Lebedeva NB. Implantable cardioverter-defibrillators in sudden cardiac death prevention: current guidelines and real / Talibullin IV, Lebedeva NB. Implantable cardioverter-defibrillators in sudden cardiac death prevention: current guidelines and real clinical practice // Bulletin of Siberian Medicine. 2022. Vol. 21, no. 1. P. 183-196. clinical practice // *Bulletin of Siberian Medicine*. 2022. Vol. 21, no. 1. P. 183-196.

3. Zeppenfeld K, Tfelt-Hansen J, de Riva M, et al. 2022 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. *European Heart Journal*. 2022;43(40):3997-4126. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac262
4. Boehmer JP, Hariharan R, Devecchi FG, et al. A Multisensor Algorithm Predicts Heart Failure Events in Patients With Implanted Devices. *JACC: Heart Failure*. 2017;5(3):216-225. https://doi.org/10.1016/j.jchf.2016.12.011
5. Flagtvedt H, Hole T, Wentzel-Larsen T, Reigstad Aase C, Norekvål TM. Quality of life in patients with heart failure and implantable cardioverter defibrillators: results from 9274 patients in 42 outpatient heart failure clinics in the National Norwegian Heart Failure Registry. *European Heart Journal — Quality of Care and Clinical Outcomes*. 2025;11(7):1164-1173. https://doi.org/10.1093/ehjqcco/qcaf062
6. van Veldhuisen DJ, Braunschweig F, Conraads V, Ford I, Cowie MR, Jondeau G, Kautzner J, Aguilera RM, Lunati M, Yu CM, Gerritse B, Borggrefe M. Intrathoracic impedance monitoring, audible patient alerts, and outcome in patients with heart failure. *Circulation*. 2011;124(16):1719-1726. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.043042
7. McMurray JJV, Adamopoulos S, Anker SD, et al. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012. *European Heart Journal*. 2012;33(14):1787-1847. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs104
8. Deng Y, Cheng SJ, Hua W, Cai MS, Zhang NX, Niu HX, Chen XH, Gu M, Cai C, Liu X, Huang H, Zhang S. N-Terminal Pro-B-Type Natriuretic Peptide in Risk Stratification of Heart Failure Patients With Implantable Cardioverter-Defibrillator. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2022;9:823076. https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.823076.
9. Piccirillo G, Magnanti M, Matera S, et al. Decreased Heart Rate Variability Predicts High NT-proBNP in Smartphone-Managed Atrial Fibrillation and Heart Failure (SMART-AF). *JACC: Heart Failure*. 2021;9(5):347-356. https://doi.org/10.1016/j.jchf.2021.01.012

Поступила 18.07.2025
Received 18.07.2025
Принята к публикации 09.09.2025
Accepted 09.09.2025