

На правах рукописи

Коновалов Александр Сергеевич

**Оценка эффективности и безопасности имплантации желудочкового
электрода электрокардиостимулятора в различных локализациях**

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Рязань – 2026

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор **Сучков Игорь Александрович**

Официальные оппоненты:

Сапельников Олег Валерьевич, доктор медицинских наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии имени академика Е.И. Чазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, руководитель лаборатории хирургических и рентгенхирургических методов лечения нарушений ритма сердца отдела сердечно-сосудистой хирургии, главный научный сотрудник отдела сердечно-сосудистой хирургии

Хамнагадаев Игорь Алексеевич, доктор медицинских наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии имени академика И.И. Дедова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий отделением хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится «__» _____ 2026 года в ____ на заседании объединенного диссертационного совета 99.2.078.02, созданного на базе ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России по адресу: 390026 г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9

С диссертацией можно ознакомиться в библиоцентре ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России (390026, г. Рязань, ул. Шевченко, д. 34, корп. 2) и на сайте www.rzgmu.ru

Автореферат разослан «__» _____ 2026 г.

Ученый секретарь
объединенного диссертационного совета,
доктор медицинских наук, доцент

Н.Д. Мжаванадзе

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования и степень ее разработанности

Электрокардиостимуляторы (ЭКС) используются с 1929 года для лечения брадиаритмий. В настоящее время уровень имплантаций электрокардиостимуляторов в Российской Федерации остается недостаточным по сравнению с экономически развитыми странами. В связи с этим приоритетной задачей является совершенствование системы отбора пациентов и расширение доступа к интервенционным методам лечения, обеспечивающим максимальную эффективность терапии и благоприятные отдаленные исходы.

Актуальным направлением является изучение влияния места имплантации правожелудочкового электрода на фракцию выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ). Во время операции желудочковый эндокардиальный электрод наиболее часто имплантируют в верхушку правого желудочка (ПЖ) и межжелудочковую перегородку (МЖП). Выбор конкретной тактики оперативного лечения определяется оперирующим хирургом.

Оценить влияние локализации желудочкового электрода на хроническую сердечную недостаточность (ХСН), фиброзные изменения можно при помощи комплексного обследования. В исследовании Kupta A. et al.¹, N-концевой фрагмент предшественника мозгового натрийуретического пептида (N-terminal pro-brain natriuretic peptide, NT-proBNP) у пациентов с электродом в верхушке ПЖ и МЖП не показал разницы между группами. Bansal R. et al.² при сравнении ФВЛЖ при апикальной и неапикальной стимуляции не выявили статистически значимых различий. Galand V. et al.³ в своей работе по изучению 6-минутного теста ходьбы (6МТХ), опросника Краткая форма-36 (англ. Short Form-36) у пациентов с стимуляцией верхушки ПЖ и МЖП, не выявили значимой разницы.

¹ Long-term outcomes in patients with atrioventricular block undergoing septal ventricular lead implantation compared with standard apical pacing / A. Kupta, C. Steinwender, J. Kammler, F. Leisch et al. – Text : direct // Europace. – 2008. – Vol. 10, № 5. – P. 574-579

² Incidence and predictors of pacemaker-induced cardiomyopathy with comparison between apical and non-apical right ventricular pacing sites / R. Bansal, N. Parakh, A. Gupta, R. Juneja et al. – Text : direct // Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology. – 2019. – Vol. 56, № 1. – P. 63-70.

³ Septal versus apical pacing sites in permanent right ventricular pacing: The multicentre prospective SEPTAL-PM study / V. Galand, R. P. Martins, E. Donal, N. Behar et al. – Text : direct // Archives of Cardiovascular Diseases. – 2022. – Vol. 115, № 5. – P. 288-294

⁴ Detrimental Immediate- and Medium-Term Clinical Effects of Right Ventricular Pacing in Patients With Myocardial Fibrosis / C. Saunderson, M. F. Paton, L. A. E. Brown, J. Gierula et al. – Text : direct // Circulation: Cardiovascular Imaging. – 2021. – Vol. 14, № 5. – P. e012256.

Учитывая, что определение NT-proBNP не подтвердило разницы между исследуемыми группами, изучение NT-proANP как пептида, вырабатывающегося преимущественно в предсердиях, может быть более информативно для сравнения исследуемых групп¹. Saunderson C. et al.² выявили взаимосвязь между фиброзом миокарда по данным МРТ и функцией левого желудочка (ЛЖ) после электрокардиостимуляции ПЖ. В настоящее время оценка фиброза миокарда с прогнозированием ХСН после имплантации ЭКС не проводится. Необходимо найти взаимосвязь между лабораторным маркером фиброза миокарда – галектином-3 и развитием ХСН с разным местом имплантации желудочкового электрода. Совокупная оценка данных показателей поможет персонализировано, учитывая анамнез пациента, выбрать метод имплантации желудочкового электрода.

Цель исследования

Улучшить клинико-функциональные исходы у пациентов после имплантации электрокардиостимулятора путем выбора оптимального места фиксации желудочкового электрода.

Задачи исследования

1. Оценить изменения функционального статуса пациентов, данных эхокардиографии, электрокардиографии в течение года после имплантации ЭКС в зависимости от локализации желудочкового электрода.
2. Оценить частоту послеоперационных осложнений (дислокации электрода, перфорации миокарда, инфекционных осложнений, миостимуляции, гематомы ложа ЭКС) и смертности пациентов в течение года после имплантации ЭКС в зависимости от локализации желудочкового электрода.

¹Long-term outcomes in patients with atrioventricular block undergoing septal ventricular lead implantation compared with standard apical pacing / A. Kypta, C. Steinwender, J. Kammler, F. Leisch et al. – Text : direct // Europace. – 2008. – Vol. 10, № 5. – P. 574-579

²Detrimental Immediate- and Medium-Term Clinical Effects of Right Ventricular Pacing in Patients With Myocardial Fibrosis / C. Saunderson, M. F. Paton, L. A. E. Brown, J. Gierula et al. – Text : direct // Circulation: Cardiovascular Imaging. – 2021. – Vol. 14, № 5. – P. e012256.

3. Оценить динамику маркеров перегрузки предсердий и фиброза миокарда (NT-proANP, галектина-3) в зависимости от локализации желудочкового электрода и их взаимосвязи с послеоперационными осложнениями и смертностью пациентов в течение года.

4. Оценить качество жизни (КЖ) пациентов в течение года после имплантации ЭКС в зависимости от локализации желудочкового электрода.

Научная новизна

Впервые проведена комплексная сравнительная оценка влияния вариантов локализации желудочкового электрода (верхушка правого желудочка и межжелудочковая перегородка) на клинические, эхокардиографические и лабораторные показатели у пациентов после имплантации электрокардиостимулятора.

Установлены особенности динамики маркеров сердечной недостаточности (NT-proANP) и фиброза миокарда (галектина-3) в зависимости от локализации желудочкового электрода.

Доказано влияние локализации желудочкового электрода на характер ремоделирования миокарда.

Впервые оценены качество жизни и динамика 6-минутного теста ходьбы после имплантации электрокардиостимулятора с разной локализацией желудочкового электрода.

Доказана взаимосвязь между лабораторным маркером сердечной недостаточности и летальным исходом в течение 12 месяцев после имплантации электрокардиостимулятора.

Теоретическая и практическая значимость работы

Расширены представления о частоте и факторах риска развития осложнений после имплантации электрокардиостимулятора у пациентов с разной локализацией желудочкового электрода.

Получены результаты, расширяющие представление о влиянии различных

вариантов желудочковой стимуляции на структурно-функциональное состояние миокарда.

Разработан и обоснован подход к стратификации риска развития сердечной недостаточности и прогрессирования фиброза миокарда у пациентов после имплантации электрокардиостимулятора с разной локализацией желудочкового электрода.

В качестве критерия стратификации риска летального исхода в течение 12 месяцев после имплантации электрокардиостимулятора предложено использовать уровень NT-proANP $\geq 2448,65$ пг/мл. Пациенты с концентрацией NT-proANP на этом или более высоком уровне относятся к группе повышенного риска.

Установлено преимущество имплантации желудочкового электрода в межжелудочковую перегородку перед стимуляцией верхушки правого желудочка по влиянию на эхокардиографические показатели и качество жизни пациента.

Получены данные, свидетельствующие о влиянии локализации правожелудочкового электрода на ремоделирование миокарда и маркеры, ассоциированные с сердечной недостаточностью.

Положения, выносимые на защиту

1. Имплантация желудочкового электрода в межжелудочковую перегородку обеспечивает выраженное снижение галектина-3 с 5,5 (3-14,7) нг/мл до 3,85 (2,1-6,15) нг/мл ($p=0,008$), что свидетельствует о замедлении фиброзных изменений миокарда.

2. Локализация электрода в межжелудочковой перегородке улучшает качество жизни и функциональный статус пациентов по сравнению с имплантацией электрода в верхушку правого желудочка.

3. Имплантация желудочкового электрода в межжелудочковую перегородку по сравнению с фиксацией в верхушке правого желудочка сопровождается статистически значимо лучшей динамикой

эхокардиографических и электрокардиографических параметров.

Внедрение результатов исследования в практику и учебный процесс

Результаты исследования внедрены в лечебную работу отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции государственного бюджетного учреждения Рязанской области «Областной клинический кардиологический диспансер», в образовательный процесс кафедры сердечно-сосудистой, рентгенэндоваскулярной хирургии и лучевой диагностики ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России.

Степень достоверности и апробация работы

Достоверность полученных выводов обеспечена проработкой литературы по теме диссертации. В работе освещен каждый этап исследования, приведены все полученные данные. Были использованы современные методы лабораторного и инструментального обследования пациентов, а также методы статистического анализа данных. Основные результаты доложены и обсуждены на научно-практической конференции «Избранные вопросы хирургии. Мультидисциплинарный подход в лечении больных» (Серпухов, 2023), I съезде терапевтов Центрального федерального округа (Рязань, 2023), I кардиологическом конгрессе (Рязань, 2023), X Всероссийской научной конференции молодых специалистов, аспирантов, ординаторов «Инновационные технологии в медицине: взгляд молодого специалиста», посвященная 175-летию со дня рождения академика И.П. Павлова и 120-летию со дня получения им Нобелевской премии (Рязань, 2024), XXX Всероссийском съезде сердечно-сосудистых хирургов (Москва, 2024), II Рязанском кардиологическом конгрессе (Рязань, 2024), The 25th Congress of the Asian Society for Vascular Surgery (Тайланд, Бангкок, 2024), XXVIII Ежегодной сессии НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева с Всероссийской конференцией молодых ученых (Москва, 2025), Asian Society for Vascular Surgery, ASVS 2025 (Сингапур, 2025),

International Union of Phlebology, UIP 2025 (Аргентина, 2025), XI Всероссийской с международным участием научной конференции молодых специалистов, аспирантов, ординаторов «Инновационные технологии в медицине: взгляд молодого специалиста», посвящённая 75-летию университета на Рязанской земле (Рязань, 2025), XXXI Всероссийском съезде сердечно-сосудистых хирургов (Москва, 2025).

Личный вклад автора

Автором самостоятельно проанализирована литература по изучаемой проблеме, разработаны цель и задачи исследования, определены критерии включения и исключения пациентов. Лично проведён отбор 127 пациентов с показаниями к имплантации электрокардиостимулятора, находившихся на лечении в отделении хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции ГБУ РО «РОККД» в период с мая 2023 по февраль 2025 года. Автор проводил имплантацию электрокардиостимулятора, выполнял клинические осмотры, интерпретировал данные электрокардиограммы, эхокардиографии, 6-минутного теста ходьбы, результаты лабораторного анализа на всех этапах наблюдения. Автором самостоятельно сформирована электронная база данных и выполнен статистический анализ с использованием программ IBM SPSS Statistics 26, StatTech 4.12.4, Microsoft Excel. Автором выполнены анализ полученных результатов, формулировка выводов и практических рекомендаций. Подготовлены и опубликованы научные работы по теме диссертации. Текст диссертации и автореферата написан автором лично.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия. Направления исследования:

- эпидемиология, этиология, патогенез, профилактика заболеваний сердца;
- клиническая, инструментальная, лабораторная диагностика заболеваний сердца;

- хирургическое, консервативное лечение заболеваний сердца;
- профилактика, диагностика и лечение осложнений хирургических методов лечения заболеваний сердца.

Диссертационное исследование посвящено сравнительной оценке клинико-функциональных исходов у пациентов после имплантации электрокардиостимулятора в зависимости от локализации желудочкового электрода (верхушка правого желудочка и межжелудочковая перегородка). В работе изучены результаты хирургического лечения, включая оценку данных электрокардиографии, эхокардиографии, 6-минутного теста ходьбы, лабораторных маркеров, а также частоту послеоперационных осложнений. Полученные результаты позволили обосновать преимущества стимуляции из области межжелудочковой перегородки.

Публикации

По материалам диссертации опубликовано 10 научных работ, включая 4 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России для публикации научных результатов диссертационных исследований, 2 из которых в изданиях, входящих в международную цитатно-аналитическую базу данных Scopus.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа построена по классическому типу, состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, результатов и их обсуждения, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы. Диссертация изложена на 127 страницах печатного текста, иллюстрирована 14 рисунками, 42 таблицами, 6 клиническими примерами. Список литературы содержит 12 отечественных и 147 зарубежных источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Работа выполнена на кафедре сердечно-сосудистой, рентгенэндоваскулярной хирургии и лучевой диагностики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Клинической базой проведения исследования являлось отделение хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции Государственного бюджетного учреждения Рязанской области «Рязанский областной клинический кардиологический диспансер» Министерства здравоохранения Рязанской области. По дизайну исследование одноцентровое, открытое, проспективное, нерандомизированное, сплошное. Исследование одобрено Локальным этическим комитетом при ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России: протокола № 11 заседания ЛЭК от 05.05.2023, протокол № 2 заседания ЛЭК от 13.09.2023, зарегистрировано на ClinicalTrials.gov под идентификатором NCT05920226.

Группы в исследовании были сопоставимы по клинико-демографической характеристике (Таблица 1). Всем пациентам проводилась имплантация ЭКС. Показания к имплантации ЭКС определялись согласно Российским клиническим рекомендациям: Брадиаритмии и нарушения проводимости (2020, 2025 годов), Фибрилляция и трепетание предсердий (2020, 2025 годов). В зависимости от места имплантации электрода пациенты были разделены на 2 группы:

Группа 1 – 58 пациентов с имплантированным желудочковым электродом в верхушке ПЖ.

Группа 2 – 69 пациентов с имплантированным желудочковым электродом в МЖП.

Таблица 1 – Клинико-демографическая характеристика пациентов основных групп

Показатель, единица измерения	Группа 1	Группа 2	p
Возраст, Ме (Q1–Q3) лет	74,5 (70–80)	73 (67–78)	0,342
ИМТ, Ме (Q1–Q3) кг/м ²	27,7 (24,8–31,96)	26,7 (24,9–31,2)	0,709
ППТ, Ме (Q1–Q3) м ²	1,91 (1,79–1,99)	1,91 (1,78–1,99)	0,884
Мужчины, n (%)	24 (41,4)	35 (50,7)	0,293
Женщины, n (%)	34 (58,6)	34 (49,3)	
Основное заболевание, n (%)			
-АВ-блокада	33 (56,9)	44 (63,8)	0,26
-СССУ	17 (29,3)	12 (17,4)	
-ФП с замедлением АВ-проводения	8 (13,8)	13 (18,8)	
Сопутствующие заболевания, n (%)			
Гипертоническая болезнь	56 (96,6)	68 (98,6)	0,592
Ишемическая болезнь сердца	57 (98,3)	65 (94,2)	0,375
Стенокардия напряжения	15 (25,9)	17 (24,6)	0,874
Хроническая ревматическая болезнь сердца	2 (3,4)	2 (2,9)	1
Острое нарушение мозгового кровообращения	6 (10,3)	9 (13)	0,639
Атеросклероз артерий нижних конечностей	0 (0)	3 (4,3)	0,25
Варикозное расширение вен нижних конечностей	6 (10,3)	14 (20,3)	0,125
Бронхиальная астма	2 (3,4)	3 (4,3)	1
Хронический гастрит	4 (6,9)	7 (10,1)	0,517
Язвенная болезнь желудка	4 (6,9)	6 (8,7)	0,754
Сахарный диабет 2 типа	19 (32,8)	13 (18,8)	0,072
Антитромботическая терапия, n (%)			
-Нет	0 (0)	3 (4,3)	0,587
-Антикоагулянтная терапия	21 (36,8)	28 (40,6)	
-Антиагрегантная терапия	35 (61,4)	37 (53,6)	
Примечание – ИМТ – индекс массы тела; ППТ – площадь поверхности тела; ФП – фибрилляция предсердий; АВ – атриовентрикулярный; СССУ – синдром слабости синусового узла, p – уровень значимости.			

Согласно дизайну исследования, всем пациентам до имплантации ЭКС осуществлялся забор периферической венозной крови для определения NT-proANP и галектина-3, проводились электрокардиография и эхокардиография, 6МТХ, а также оценивалось КЖ с использованием специализированного для пациентов с ЭКС опросника «Оценка качества жизни и связанных событий» (англ. Assessment of quality of life and related events, Aquarel). Через 1 сутки после операции выполнялась электрокардиография для оценки длительности комплекса QRS и отклонения электрической оси сердца (ЭОС). Через 1 месяц

после имплантации ЭКС пациентам проводились электрокардиография, 6МТХ, оценивалось КЖ. Через 6 и 12 месяцев пациентам повторно выполняли эхокардиографию, электрокардиографию, 6МТХ, забор крови на NT-proANP и галектин-3, оценивали КЖ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Динамика галектина-3 и NT-proANP в зависимости от локализации желудочкового электрода

На дооперационном этапе у всех пациентов, независимо от планируемой локализации желудочкового электрода, выявлено повышение уровней исследуемых биомаркеров. Исходные значения лабораторных показателей были сопоставимы между группами исследования. Высокий уровень NT-proANP и галектина-3 говорит о растяжении полости предсердий, связанное с перегрузкой сердца и гемодинамическом нарушении вследствие нарушения ритма и проводимости, приводящее к индукции фиброза и воспаления. Согласно полученным данным, через 6 ($p=0,002$ и $p=0,04$) и 12 ($p<0,001$ и $p<0,001$) месяцев после операции в обеих группах зарегистрировано снижение уровня галектина-3 по сравнению с уровнем до операции. Только в группе 2 выявлено снижение уровня галектина-3 между 6 и 12 месяцами наблюдения ($p=0,008$, Таблица 2). Уровень NT-proANP через 6 месяцев оставался без значимой динамики в обеих группах ($p=0,952$ и $p=0,335$). Через 12 месяцев его уровень снизился статистически значимо как в группе 1, так и в группе 2 по сравнению с показателями до операции ($p<0,001$ и $p<0,001$) и через 6 месяцев после операции ($p=0,015$ и $p=0,002$). Возможно, при имплантации электрода в МЖП, как наиболее близкой локализации к физиологической стимуляции проводящей системы сердца, наблюдается более выраженная компенсация гемодинамических нарушений и снижение степени фиброза миокарда.

При межгрупповом сравнении уровней NT-proANP и галектина-3 через 6 и 12 месяцев между группами статистически значимой разницы выявлено не

было. Это может быть связано с сохранением положительной динамики от электрокардиостимуляции в течение первого года. Возможно, и в дальнейшей перспективе оба типа стимуляции не отличаются по влиянию на эти патофизиологические механизмы, но данная гипотеза требует дополнительных исследований.

Таблица 2 – Динамика лабораторных показателей по группам

Показатель	Группа	V0 – до операции	V2 – через 6 месяцев	V3 – через 12 месяцев	p
NT-proANP, пг/мл	Группа 1	1586,2 (820,7–2694,1)	1324,8 (644–2178,2)	495,3 (229,65–1828,45)	<0,001 $p_{0-2}=0,952$ $p_{0-3}<0,001$ $p_{2-3}=0,015$
	Группа 2	1848,3 (1111,7–2680,3)	1367,05 (680,1–2327,1)	400,6 (216,45–1556,25)	<0,001 $p_{0-2}=0,335$ $p_{0-3}<0,001$ $p_{2-3}=0,002$
Галектин-3, нг/мл	Группа 1	9,2 (5–16)	5,1 (2,6–10,6)	3,7 (2,4–5,45)	<0,001 $p_{0-2}=0,002$ $p_{0-3}<0,001$ $p_{2-3}=0,277$
	Группа 2	9,9 (5,9–18,2)	5,5 (3–14,7)	3,85 (2,1–6,15)	<0,001 $p_{0-2}=0,04$ $p_{0-3}<0,001$ $p_{2-3}=0,008$
Примечание – p – уровень значимости, NT-proANP – N-terminal pro-atrial natriuretic peptide (N-терминальный предшественник предсердного натрийуретического пептида).					

Для оценки прогностического влияния лабораторных показателей на исходы использовался ROC-анализ. Выявлено, что высокий уровень NT-proANP до операции являлся прогностическим маркером летального исхода в течение 12 месяцев после имплантации ЭКС. Площадь под ROC-кривой составила $0,739 \pm 0,133$ с 95% ДИ: 0,478-0,999. Значимость модели – 0,049. Пороговое значение NT-proANP в точке cut-off, определенное с помощью индекса Юдена, – 2448,65 пг/мл. Направление проверки по возрастанию, при значении NT-proANP до операции равно или выше точки cut-off прогнозируется летальный исход в течение года после операции. Чувствительность и специфичность метода – 83,3% и 68,1%, соответственно (Рисунок 1).

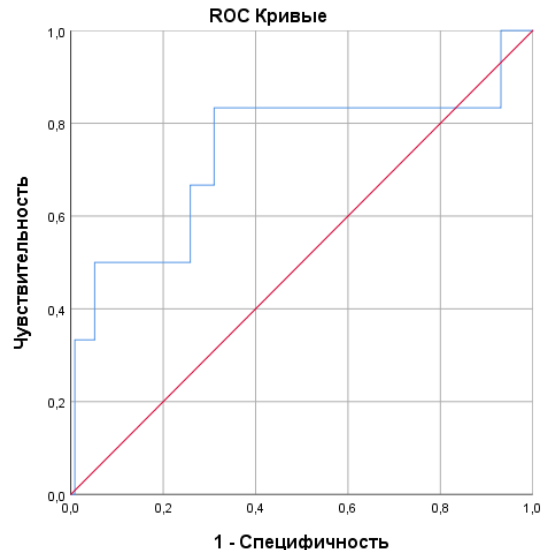


Рисунок 1 – ROC-анализ. Летальный исход и исходный уровень NT-proANP

Наши результаты, свидетельствующие о том, что высокий уровень NT-proANP перед имплантацией ЭКС предсказывает летальный исход, согласуются с результатами научной литературы. В работе Ueda N. et al.¹ NT-proANP также оказался независимым предиктором комбинированного исхода (сердечную смерть, имплантация вспомогательного устройства для ЛЖ или незапланированную госпитализацию по причине ХСН) после проведения имплантации имплантируемого кардиовертера-дефибриллятора.

Оценка качества жизни пациентов с разной локализацией желудочкового электрода

При анализе КЖ пациентов после имплантации ЭКС обнаружено, что имплантация электрода в МЖП обеспечивает более высокое КЖ пациентов по сравнению с апикальной локализацией. Это отражается на «общем» КЖ: улучшение отмечается в обеих группах, но через 1 и 12 месяцев показатели в группе МЖП статистически значимо выше. КЖ в категории «Дискомфорт в груди»: значимое улучшение наблюдается только в группе МЖП (через 1, 6,

¹N-terminal pro atrial natriuretic peptide as a prognostic marker of cardiac resynchronization therapy recipients / N. Ueda, N. Kataoka, Y. Miyazaki, K. Shimamoto et al. – Text (visual): unmediated // International Journal of Cardiology: Heart & Vasculature. – 2023. – Vol. 49. – P. 101282.

12 месяцев); при межгрупповом анализе КЖ лучше в группе с электродом в МЖП. При оценке категорий «Одышка/утомляемость» и «Аритмия» улучшение наблюдается в обеих группах, однако при межгрупповом сравнении КЖ через 1 и 12 месяцев в группе с электродом МЖП лучше. Данные результаты отражают восстановление кровообращения, устранение проявлений брадикардии и исчезновение ощущения перебоев в работе сердца. При оценке «Когнитивных функций» отмечается статистически значимое улучшение КЖ через 12 месяцев только во 2-й группе. Тем не менее, ограниченная специфичность опросника в этой категории не позволяет делать определённые заключения.

Частота послеоперационных осложнений у исследуемых пациентов

В ходе нашего исследования зарегистрировано 5 случаев смерти при имплантации электрода в МЖП (7,2%), 1 случай (1,7%) в группе апикальной локализации. Различие в смертности между группами не является статистически значимым ($p=0,218$). При изучении причин смерти, стоит отметить, что только 1 летальный исход связан с электрод-ассоциированным осложнением – перфорацией миокарда после имплантации электрода в верхушку ПЖ. Остальные случаи не связаны с заболеваниями сердечно-сосудистой системы (Таблица 3).

Таблица 3 – Частота послеоперационных осложнений в сравниваемых группах

Показатель	Группа 1	Группа 2	p
Общие электрод-ассоциированные осложнения, n (%)	5 (8,6)	1 (1,4)	0,092
Дислокация электрода, n (%)	2 (3,4)	1 (1,4)	0,592
-Дислокация предсердного электрода	2 (3,4)	0 (0)	0,207
-Дислокация желудочкового электрода	0 (0)	1 (1,4)	1
Миостимуляция, n (%)	2 (3,4)	0 (0)	0,207
Перфорация миокарда, n (%)	2 (3,4)	0 (0)	0,207
Гематома ложа ЭКС, n (%)	0 (0)	1 (1,4)	1
Смерть, n (%)	1 (1,7)	5 (7,2)	0,218
Примечание – p – уровень значимости, ЭКС – электрокардиостимулятор.			

Методом бинарной логистической регрессии при однофакторном анализе

было выявлено, что факторами риска летальных исходов являлись: низкая фракция выброса ($p=0,012$), большие размеры камер правого предсердия ($p=0,02$), правого желудочка ($p=0,018$), высокая степень регургитации на митральном ($p=0,012$), трикуспидальном ($p=0,044$) клапанах, высокий градиент давления на трикуспидальном клапане (ТК) ($p=0,008$), малое расстояние при 6МТХ ($p=0,011$), высокий уровень NT-proANP ($p=0,017$), наличие хронического гастрита ($p=0,003$). При многофакторном анализе являлись: наличие атеросклероза артерий нижних конечностей ($p=0,011$), большой продольный размер правого предсердия ($p=0,037$), высокая степень регургитации на митральном клапане ($p=0,007$), низкая толерантность к физической нагрузке при выполнении 6МТХ ($p=0,039$), хронический гастрит ($p=0,027$).

Методом бинарной логистической регрессии было выявлено, что площадь поверхности тела при однофакторном анализе имеет статистически значимое влияние на риск развития электрод-ассоциированных осложнений ($p=0,041$) и остается статистически значимым после проведения многофакторного анализа ($p=0,045$). При однофакторном анализе влияния локализации желудочкового электрода на электрод-ассоциированные осложнения после имплантации выявлено не было ($p=0,094$), однако при многофакторном анализе имплантация в верхушку ПЖ являлась предиктором развития электрод-ассоциированных осложнений ($p=0,044$).

Сравнительный анализ эхокардиографических параметров в исследуемых группах в течении периода наблюдения

Согласно полученным данным, в группе 1 размер левого предсердия увеличивался статистически значимо через 6 и 12 месяцев после имплантации ЭКС ($p<0,001$ $p<0,001$), а также в период между 2 и 3 визитами ($p=0,002$). В группе 2 наблюдается обратная динамика – размер левого предсердия статистически значимо сократился через 6 и 12 месяцев ($p<0,001$, $p<0,001$). При межгрупповом анализе через 12 месяцев размер левого предсердия статистически значимо меньше, чем в группе 1 ($p=0,002$, Таблица 4).

Таблица 4 – Анализ динамики размера ЛП в зависимости от локализации электрода

	V0 – до операции		V2 – через 6 месяцев		V3 – через 12 месяцев		p
	M ± SD	95% ДИ	M ± SD	95% ДИ	M ± SD	95% ДИ	
Группа 1	4,30 ± 0,36	4,18 – 4,42	4,40 ± 0,39	4,26 – 4,53	4,50 ± 0,38	4,37 – 4,62	p _{v0 – v2} < 0,001 p _{v0 – v3} < 0,001 p _{v2 – v3} = 0,002
Группа 2	4,35 ± 0,56	4,18 – 4,53	4,19 ± 0,55	4,02 – 4,37	4,14 ± 0,56	3,96 – 4,32	p _{v0 – v2} < 0,001 p _{v0 – v3} < 0,001
р	0,594		0,060		0,002*		–
Примечание – р – значимость, ЛП – левое предсердие.							

Анализ градиента давления на ТК показал статистическое значимое его увеличение в 1 группе через 6 и 12 месяцев (p=0,037, p=0,008). В группе 2 наблюдается противоположная динамика; показатель статистически значимо снижается через 6 и 12 месяцев (p=0,013, p=0,018). При межгрупповом анализе зарегистрировано, что в группе 1 статистически значимо градиент давления на ТК был выше, чем во 2 группе (p=0,041), однако через 12 месяцев показатели схожи (p=0,081).

В группе 1 наблюдается статистически значимое снижение ФВЛЖ у пациентов через 12 месяцев после имплантации ЭКС по сравнению с исходными значениями и в период с 6 по 12 месяц (p<0,001, p<0,001). В группе 2 ФВЛЖ статистически значимо увеличивается через 6 и 12 месяцев после имплантации ЭКС. При межгрупповом сравнении выявлено, что в группе 2 ФВЛЖ статистически значимо выше, чем в группе 1 (Таблица 5).

Таблица 5 – Анализ динамики фракции выброса левого желудочка в зависимости от локализации электрода

	V0 – до операции		V2 – через 6 месяцев		V3 – через 12 месяцев		p
	Me	Q ₁ – Q ₃	Me	Q ₁ – Q ₃	Me	Q ₁ – Q ₃	
Группа 1	60,00	57,75 – 63,00	60,00	53,00 – 65,00	53,50	50,00 – 58,00	p _{v0 – v3} < 0,001 p _{v2 – v3} < 0,001
Группа 2	61,00	57,50 – 63,00	64,00	60,00 – 67,00	67,00	61,00 – 69,00	p _{v0 – v2} < 0,001 p _{v0 – v3} < 0,001
р	0,467		0,002*		< 0,001*		–
Примечание – р – значимость.							

Данная динамика объясняется электрической и механической

рессинхронизацией, ремоделированием ЛЖ с прогрессирующим снижением ФВЛЖ. Септальная стимуляция, напротив, обеспечивает более физиологичную активацию, предотвращая эти изменения. Достигнутые результаты соответствуют уровню и тенденциям, описанным в мировой научной практике.

Сравнительный анализ электрокардиографических параметров в исследуемых группах в течении периода наблюдения

В нашем исследовании был проведен анализ динамики длительности QRS и отклонения ЭОС в зависимости от локализации желудочкового электрода. В обеих группах длительность комплекса QRS статистически значимо увеличивается через 1 день, 1, 6, 12 месяцев после имплантации ЭКС по сравнению с исходным значением. Однако через 6 и 12 месяцев в группе с локализацией электрода в МЖП длительность QRS статистически значимо уменьшается по сравнению с показателем 1 дня после операции. При межгрупповом анализе выявлено, что длительность комплекса QRS в группе 2 статистически значимо меньше, чем в группе 1.

При оценке отклонения ЭОС, было обнаружено, что в группе с имплантацией электрода в верхушку ПЖ, через 1 сутки, 1, 6, 12 месяцев ось статистически значимо устойчиво отклонена влево, при локализации в МЖП, напротив, ЭОС не изменяется, что говорит о более физиологичной активации.

Распространение сокращения миокарда снизу вверх и справа налево меняет суммарный вектор деполяризации при апикальной стимуляции и объясняет статистически значимое отклонение ЭОС в нашем исследовании и данных мировой литературы. Сохранение нормальной ЭОС при стимуляции из МЖП являются прогностически благоприятным фактором, ассоциированным с лучшей систолической функцией ЛЖ, меньшей степенью диссинхронии.

Сравнительный анализ 6-минутного теста ходьбы в исследуемых группах в течении периода наблюдения

Нами проведен анализ 6МТХ у пациентов в течение 1 года после имплантации ЭКС. В группе 1 выявлено статистически значимое увеличение расстояния, которое проходили пациенты через 1 месяц после имплантации ЭКС ($p=0,007$). После этого расстояние начинает снижаться и через 12 месяцев достигает статистически значимого снижения по сравнению с исходным уровнем ($p<0,001$). При сравнении 1 и 12 месяцев наблюдения, 6 и 12 месяцев было установлено, что в этот период происходит снижение пройденного расстояния при выполнении 6МТХ ($p<0,001$, $p<0,001$). В группе 2 наблюдается статистически значимое увеличение пройденного расстояния через 1, 6, 12 месяцев после имплантации ЭКС ($p<0,001$, $p<0,001$, $p<0,001$), а также между 1 и 6, 6 и 12 месяцами наблюдения ($p=0,02$, $p=0,019$). При межгрупповом сравнении было выявлено, что через 12 месяцев пройденное расстояние в группе 2 было статистически значимо больше ($p<0,001$, Рисунок 2).

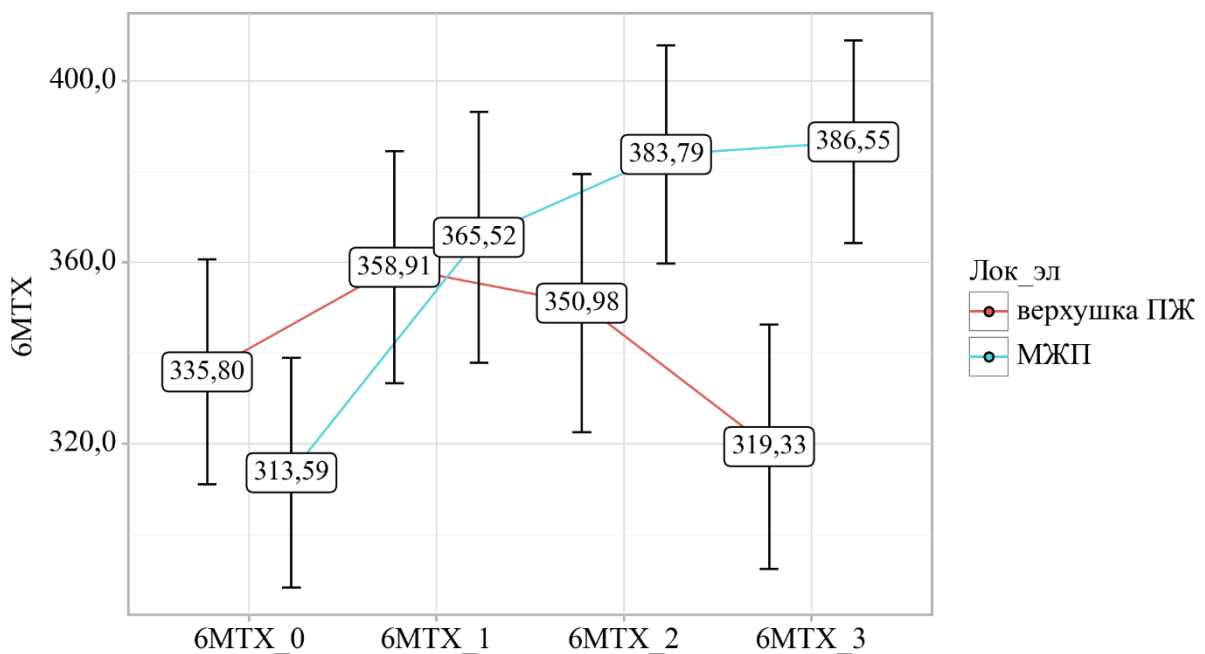


Рисунок 2 – Анализ динамики 6-минутного теста ходьбы в зависимости от локализации желудочкового электрода

При оценке функционального статуса с помощью 6МТХ выявлены принципиальные различия между группами. У пациентов с имплантированным электродом в верхушке ПЖ отмечено улучшение через 1 месяц после имплантации, однако к 12 месяцу наблюдения пройденное расстояние статистически значимо снизилось даже по сравнению с исходным уровнем ($p<0,001$, $p<0,001$), что свидетельствует о прогрессирующем ухудшении толерантности к нагрузке. Напротив, в группе с имплантацией электрода в МЖП зарегистрировано стойкое и прогрессирующее увеличение дистанции 6МТХ на всех этапах наблюдения ($p<0,001$, $p<0,001$). Межгрупповое сравнение через 12 месяцев выявило статистически значимое преимущество в пройденном расстоянии в группе 2. Полученные результаты подтверждают, что стимуляция из области МЖП обеспечивает более физиологичную работу сердца и долгосрочное улучшение функционального статуса пациентов.

ВЫВОДЫ

1. Имплантация электрода в межжелудочковую перегородку связана с увеличением фракции выброса левого желудочка ($p<0,001$), уменьшением размера левого предсердия ($p<0,001$), снижением градиента давления на трикуспидальном клапане ($p=0,018$), утолщением межжелудочковой перегородки ($p<0,001$). При выполнении 6-минутного теста ходьбы пройденное расстояние у пациентов с имплантацией электрода в межжелудочковую перегородку больше, чем у пациентов с имплантацией электрода в верхушку правого желудочка ($p<0,001$). Длительность комплекса QRS в обеих группах увеличивается по сравнению с исходным значением ($p<0,001$), однако при имплантации в межжелудочковую перегородку длительность меньше ($p<0,001$).

2. Частота развития послеоперационных осложнений составила 10,2%. Смертность пациентов в течение года после имплантации электрокардиостимулятора составила 4,7%. Фактором риска электрод-ассоциированных осложнений при многофакторном анализе являлись площадь

поверхности тела ($p = 0,045$) и локализация электрода в верхушке правого желудочка ($p = 0,044$). Факторами риска летального исхода при проведении многофакторного являлись: наличие атеросклероза артерий нижних конечностей ($p = 0,011$), большой продольный размер правого предсердия ($p = 0,037$), высокая степень регургитации на митральном клапане ($p = 0,007$), низкая толерантность к физической нагрузке при выполнении 6-минутного теста ходьбы ($p = 0,039$).

3. До операции у всех пациентов выявлен высокий уровень NT-proANP и галектина-3. В послеоперационном периоде в обеих группах отмечено их снижение. При этом в группе с имплантацией электрода в межжелудочковой перегородке зафиксировано снижение галектина-3 ($p=0,008$) в интервале между 6 и 12 месяцами наблюдения. При сравнении NT-proANP между группами различий выявлено не было. Уровень NT-proANP $\geq 2448,65$ пг/мл, является предиктором летального исхода в течение года после имплантации электрокардиостимулятора. Галектин-3 не подтвердил взаимосвязь с послеоперационными осложнениями и смертностью пациентов.

4. Имплантация электрокардиостимулятора в межжелудочковую перегородку обеспечивает качество жизни выше, чем имплантация в верхушку правого желудочка в категориях «Дискомфорт в груди» (через 6 и 12 мес.), «Одышка/утомляемость» и «Аритмия» (через 1 и 12 мес.), а также по общему баллу (через 1 и 12 мес.).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При выявлении у пациента до имплантации ЭКС уровня NT-proANP $\geq 2448,65$ пг/мл, как предиктора летального исхода в течение года, требуется проведение дообследования пациента для оптимизации медикаментозной терапии хронической сердечной недостаточности.

2. При выборе места имплантации желудочкового электрода предпочтение следует отдать имплантации в межжелудочковую перегородку.

3. После имплантации ЭКС для количественной оценки качества жизни пациента, связанного со здоровьем, рекомендуется использовать

специализированный опросник Aquarel.

4. У пациентов с имплантированным желудочковым электродом в верхушке правого желудочка необходимо обращать внимание на ширину комплекса QRS, отклонение электрической оси сердца на электрокардиограмме, на изменение фракции выброса, конечного систолического и диастолического размеров левого желудочка, размера левого предсердия по данным эхокардиографии, динамику пройденного расстояния при выполнении 6-минутного теста ходьбы для контроля прогрессирования хронической сердечной недостаточности. Определение уровня галектина-3 следует использовать для оценки развития фиброза миокарда.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Коновалов, А.С. Современные представления о позиционировании желудочкового электрода электрокардиостимулятора / А.С. Коновалов, Р.Е. Калинин, И.А. Сучков, В.О. Поваров, Н.Д. Мжаванадзе, К.А. Федина – Текст (визуальный): непосредственный // **Грудная и сердечно-сосудистая хирургия.** – 2023. – Т. 65, № 4. – С. 364-373.

2. Коновалов, А.С. Эффективность и безопасность различных локализаций имплантации желудочкового электрода у пациентов с электрокардиостимуляторами / А.С. Коновалов, Р.Е. Калинин, В.О. Поваров, Н.Д. Мжаванадзе, Д.В. Соловов, И.А. Сучков – Текст (визуальный): непосредственный // Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. – 2024. – Т. 25, № 6 (приложение). – С. 64.

3. Коновалов, А.С. Результаты 6-минутного теста ходьбы у пациентов с электрокардиостимуляторами в зависимости от локализации правожелудочкового электрода / А.С. Коновалов, В.О. Поваров, Н.Д. Мжаванадзе – Текст (визуальный): непосредственный // Сборник докладов X Всероссийской научной конференции с международным участием молодых специалистов, аспирантов, ординаторов «Инновационные технологии в медицине: взгляд молодого специалиста», посвященной 175-летию со дня рождения академика И.П. Павлова и 120-летию со дня получения им Нобелевской премии / под общ. ред. Р.Е. Калинина, И.А. Сучкова; ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России. – Рязань, 2024. – С. 124.

4. Konovalov A.S. Efficacy and safety of different positioning techniques during ventricular lead implantation in patients with pacemakers / A.S. Konovalov, R.E. Kalinin, I.A. Suchkov [et al.] // Abstract Book of the 25th Congress of the Asian Society for Vascular Surgery (ASVS 2024). – Bangkok, Thailand. – December 3-6, 2024. – P. 158-159.

5. Коновалов, А.С. Сравнение показателей инструментальных методов обследования у пациентов с постоянным электрокардиостимулятором с разной локализацией желудочкового электрода / А.С. Коновалов, Р.Е. Калинин, И.А. Сучков, В.О. Поваров, Н.Д. Мжаванадзе, Д.В. Соловов – Текст (визуальный): непосредственный // Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. – 2025. – Т. 26, № 3 (приложение). – С. 71.

6. Коновалов, А.С. Динамика лабораторных показателей фиброза миокарда у пациентов при имплантации электрокардиостимулятора / А.С. Коновалов, Р.Е. Калинин, И.А. Сучков, В.О. Поваров, Н.Д. Мжаванадзе – Текст (визуальный): непосредственный // Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. – 2025. – Т. 26, № 6 (приложение). – С. 62.

7. Калинин, Р.Е. Динамика лабораторных показателей фиброза миокарда у пациентов при имплантации электрокардиостимулятора / Р.Е. Калинин, И.А. Сучков, Н.Д. Мжаванадзе, В.О. Поваров, А.С. Коновалов, Д.В. Соловов – Текст (визуальный): непосредственный // Сборник докладов XI Всероссийской с международным участием научной конференции молодых специалистов, аспирантов, ординаторов «Инновационные технологии в медицине: взгляд молодого специалиста», посвящённой 75-летию университета на Рязанской земле / под общ. ред. Р.Е. Калинина, И.А. Сучкова; ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России. – Рязань, 2025. – С. 8-9.

8. Коновалов, А.С. Подострая перфорация правого желудочка и гемоторакс при проведении постоянной электрокардиостимуляции / А.С. Коновалов, Р.Е. Калинин, В.О. Поваров, Д.Г. Трегубкин, И.А. Сучков – Текст (визуальный): непосредственный // **Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова.** – 2026. – Т. 34, № 2. – С. 281-288.

9. Коновалов, А.С. Динамика галектина-3 и N-терминального предшественника предсердного натрийуретического пептида у пациентов после постоянной электрокардиостимуляции в зависимости от локализации желудочкового электрода / А.С. Коновалов, Р.Е. Калинин, В.О. Поваров, О.Н. Журина, А.А. Шабурова, И.А. Сучков – Текст (визуальный): непосредственный // **Вестник НМХЦ имени Н.И. Пирогова.** – 2026. – Т. 21, № 2. – С. 17-24.

10. Коновалов, А.С. Качество жизни у пациентов после имплантации электрокардиостимулятора с разными локализациями желудочкового электрода / А.С. Коновалов, Р.Е. Калинин, В.О. Поваров, И.А. Сучков – Текст (визуальный): непосредственный // **Наука молодых (Eruditio Juvenium).** – 2026. – Т. 14, № 2. – С. 289-300.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

КЖ – качество жизни

ЛЖ – левый желудочек

ЛНПГ – левая ножка пучка Гиса

МЖП – межжелудочковая перегородка

ПЖ – правый желудочек

ТК – трикуспидальный клапан

ФВЛЖ – фракция выброса левого желудочка

ФП – фибрилляция предсердий

ХСН – хроническая сердечная недостаточность

ЭКС – электрокардиостимулятор

ЭОС – электрическая ось сердца

Aquarel – Assessment of quality of life and related events, Оценка качества жизни и связанных событий

NT-proANP – N-terminal pro-atrial natriuretic peptide, N-концевой фрагмент предшественника предсердного натрийуретического пептида

NT-proBNP – N-terminal pro-brain natriuretic peptide, N-концевой фрагмент предшественника мозгового натрийуретического пептида