

Стресс-индуцированные нарушения ритма у больных дилатационной кардиомиопатией

И.Ю. Логинова¹, О.В. Каменская¹, А.С. Клинова^{✉1}, С.С. Поротникова¹,
Д.В. Доронин¹, В.Н. Ломиворотов¹, А.М. Чернявский^{1,2}

¹ ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» МЗ РФ,
630055, Россия, Новосибирск, Речкуновская ул., д. 15;

² ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» МЗ РФ,
630091, Россия, Новосибирск, ул. Красный пр-т, д. 52

✉ Автор, ответственный за переписку: Ася Станиславовна Клинова, канд. мед. наук,
старший научный сотрудник лаборатории клинической физиологии научно-исследовательского отдела
анестезиологии и реаниматологии НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина, asya465@yandex.ru

Аннотация

Актуальность. Дилатационная кардиомиопатия (ДКМП) составляет более 50% от всех форм кардиомиопатий и является одной из главных причин хронической сердечной недостаточности, трансплантации сердца и развития жизнеугрожающих аритмий. Часть больных ДКМП, у которых не зарегистрированы нарушения ритма в покое, остаются в зоне риска их развития при физических нагрузках.

Цель. Изучить структуру нарушений ритма у больных ДКМП с показаниями к трансплантации сердца и выявить предикторы возникновения желудочковых экстрасистол (ЖЭ) по данным кардиопульмонального нагрузочного тестирования (КПНТ).

Материал и методы. Обследованы 82 больных ДКМП мужского пола, состоящих в листе ожидания трансплантации сердца и поступивших на обследование и консервативное лечение, направленное на компенсацию сердечной недостаточности. Средний возраст – 45 (37;54,2) лет. Всем пациентам проводились клинко-инструментальные методы обследования, а также КПНТ с анализом пикового потребления кислорода; уровня анаэробного порога, минутного объема вентилизации; вентилаторного эквивалента по углекислому газу, кислородного пульса, пороговой мощности нагрузки (Вт), длительности нагрузки.

Результаты. Исходно у больных ДКМП доля нарушений ритма при проведении КПНТ в виде фибрилляций предсердий, ЖЭ и блокады левой ножки пучка Гиса составила 63,4%. В 19,5% случаев были зарегистрированы впервые возникшие нарушения ритма в виде одиночных и парных ЖЭ. Согласно логистическому регрессионному анализу, линейный размер правого предсердия, индексированные параметры конечного систолического и конечного диастолического объемов левого желудочка по данным эхокардиографии прямо взаимосвязаны с возникновением ЖЭ при КПНТ – ОШ 2,41 (95% ДИ [1,85–5,82], $p=0,01$), ОШ 2,26 (95% ДИ [1,34–7,51], $p=0,03$), ОШ 1,84 (95% ДИ [1,09–5,42], $p=0,02$). Кислородный пульс обратно взаимосвязан с возникновением ЖЭ при КПНТ – ОШ 0,52 (95% ДИ [0,11–0,76], $p=0,02$).

Заключение. Больные ДКМП с показаниями к трансплантации сердца характеризуются как группа с потенциальным риском развития ЖЭ при физических нагрузках. При проведении КПНТ в 19,5% случаев были зарегистрированы впервые выявленные одиночные и парные ЖЭ. Линейный размер правого предсердия, индексированные параметры конечного систолического и конечного диастолического объемов левого желудочка у больных ДКМП прямо взаимосвязаны с возникновением ЖЭ при КПНТ. Показатель кислородного пульса обратно пропорционально взаимосвязан с возникновением ЖЭ при КПНТ.

Ключевые слова: дилатационная кардиомиопатия, нарушения ритма, кардиопульмональный нагрузочный тест

Конфликт интересов Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Финансирование Данная работа была выполнена в рамках государственного задания Министерства здравоохранения Российской Федерации № 124022000090-0

Для цитирования: Логинова И.Ю., Каменская О.В., Клинова А.С., Поротникова С.С., Доронин Д.В., Ломиворотов В.Н. и др. Стресс-индуцированные нарушения ритма у больных дилатационной кардиомиопатией. *Трансплантология*. 2025;17(3):281–290. <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2025-17-3-281-290>

Stress-induced rhythm disturbances in patients with dilated cardiomyopathy

I.Yu. Loginova¹, O.V. Kamenskaya¹, A.S. Klinkova^{✉1}, S.S. Porotnikova¹,
D.V. Doronin¹, V.N. Lomivorotov¹, A.M. Chernyavskiy^{1,2}

¹ E.N. Meshalkin National Medical Research Center,
15 Rechkunovskaya St., Novosibirsk 630055 Russia;

² Novosibirsk State Medical University,
52 Krasny Prospect St., Novosibirsk 630091 Russia

✉Corresponding author: Asya S. Klinkova, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Laboratory of Clinical Physiology of the Research Department of Anesthesiology and Critical Care Medicine, E.N. Meshalkin National Medical Research Center, asya465@yandex.ru

Abstract

Background. Dilated cardiomyopathy (DCM) accounts for more than 50% of all forms of cardiomyopathy and is one of the main causes of chronic heart failure, heart transplantation and the development of life-threatening arrhythmias. Some patients with DCM who do not have rhythm disturbances at rest remain at risk for their development during physical exertion.

Objective. To study the structure of rhythm disturbances in patients with DCM with indications for heart transplantation and to identify predictors of the occurrence of ventricular extrasystoles (VEs) according to cardiopulmonary exercise testing (CPET).

Material and methods. The study included 82 male patients with DCM who were on the waiting list for heart transplant and admitted for examination and conservative treatment aimed at compensating for heart failure. Their mean age was 45 (37;54.2) years old. All patients underwent clinical and instrumental examinations, as well as CPET with the analysis of peak oxygen consumption, anaerobic threshold level, minute ventilation volume, ventilatory equivalent for carbon dioxide, oxygen pulse, threshold load power (W), and load duration.

Results. CPET conducted at baseline to patients with DCM demonstrated the presence of rhythm disturbances in the form of atrial fibrillation, VEs, and left bundle branch block in 63.4%. Newly occurring rhythm disturbances in the form of single and paired VEs were recorded in 19.5% of cases. The logistic regression analysis of echocardiography data showed that the linear size of the right atrium, the indexed parameters of the left ventricular end-systolic and end-diastolic volumes were directly correlated to VEs occurrence during CPET: OR 2.41 (95% CI [1.85–5.82], $p=0.01$), OR 2.26 (95% CI [1.34–7.51], $p=0.03$), OR 1.84 (95% CI [1.09–5.42], $p=0.02$), respectively. Oxygen pulse was inversely related to VE occurrence during CPET, OR 0.52 (95% CI [0.11–0.76], $p=0.02$).

Conclusion. The patients with DCM having indications for heart transplantation are characterized as a group of a potential risk for developing VEs during physical exertion. During CPET, newly identified single and paired VEs were registered in 19.5% of cases. The linear size of the right atrium, the indexed parameters of the end-systolic and end-diastolic volumes of the left ventricle in patients with DCM are directly related to VE occurrence during CPET. The oxygen pulse parameter is inversely related to VE occurrence during CPET.

Keywords: dilated cardiomyopathy, rhythm disturbances, cardiopulmonary exercise test

CONFLICT OF INTERESTS Authors declare no conflict of interest

FINANCING The study was conducted within the framework of State Assignment No. 124022000090-0 from the Ministry of Health of the Russian Federation

For citation: Loginova IYu, Kamenskaya OV, Klinkova AS, Porotnikova SS, Doronin DV, Lomivorotov VN, et al. Stress-induced rhythm disturbances in patients with dilated cardiomyopathy. *Transplantologiya. The Russian Journal of Transplantation*. 2025;17(3):281–290. (In Russ.). <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2025-17-3-281-290>

АД – артериальное давление
АП – анаэробный порог
Вт – мощность нагрузки
ДИ – доверительный интервал
ДКМП – дилатационная кардиомиопатия
ЖА – желудочковые аритмии
ЖЭ – желудочковая экстрасистолия
КДО – конечный диастолический объем
КСО – конечный систолический объем
КПНТ – кардиопульмональный нагрузочный тест
ЛЖ – левый желудочек
ЛП – левое предсердие

ОШ – отношение шансов
ПП – правое предсердие
ТТЭхоКГ – трансторакальная эхокардиография
ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка
ФН – физическая нагрузка
ФП – фибрилляция предсердий
ХСН – хроническая сердечная недостаточность
ЧСС – частота сердечных сокращений
VE – минутный объем вентиляции
VE/VCO_{2max} – вентиляторный эквивалент по углекислому газу
VO_{2peak} – пиковое потребление кислорода
VO_{2pulse} – кислородный пульс

Введение

Дилатационная кардиомиопатия (ДКМП) составляет более 50% от всех форм кардиомиопатий и является одной из главных причин хронической сердечной недостаточности (ХСН), трансплантации сердца, а также развития жизнеугрожающих аритмий (желудочковая тахикардия, фибрилляция предсердий) [1, 2]. Распространенность ДКМП колеблется от 10 до 37 случаев на 100 000 населения в год. Ежегодная летальность составляет 7–14% [3]. Наиболее часто данное заболевание встречается у лиц молодого трудоспособного возраста и не является редкостью в практической деятельности кардиологов амбулаторного звена здравоохранения [4].

У больных ДКМП, состоящих в листе ожидания трансплантации сердца, одним из наиболее частых факторов риска смерти помимо неэффективности медикаментозной терапии ХСН является внезапная сердечная смерть. Риск внезапной сердечной смерти многократно увеличивается при сочетании частой желудочковой экстрасистолии (ЖЭ) с низкой фракцией выброса левого желудочка (ЛЖ) [5, 6].

Как указывалось выше, ДКМП часто приводит к развитию нарушений ритма, включая фибрилляцию предсердий (ФП), ЖЭ. При этом часть пациентов с ДКМП, у которых не зарегистрированы нарушения ритма в покое, остаются в зоне риска их развития при физических нагрузках (ФН). Актуальность изучения проблемы ЖЭ у больных ДКМП, ожидающих трансплантацию сердца, объясняется их высокой частотой встречаемости в клинической практике, предикторной ролью развития жизнеугрожающих тахиаритмий и усугубления ХСН [5].

До настоящего времени желудочковые аритмии (ЖА), спровоцированные ФН, остаются малоизученными. В то же время именно ЖА во время нагрузки выступают наиболее неблагоприятными факторами, включая внезапную сердечную смерть в сравнении с ЖА в покое [7].

Целью исследования явилось изучение структуры нарушений ритма у больных ДКМП с показаниями к трансплантации сердца и выявление предикторов возникновения ЖЭ по данным кардиопульмонального нагрузочного теста (КПНТ).

Материал и методы

В настоящее ретроспективное исследование вошли 82 больных ДКМП мужского пола, состоящих в листе ожидания трансплантации сердца и поступивших в ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» МЗ РФ за период с 2018 года и по настоящее время на плановое обследование и консервативное лечение, направленное на компенсацию сердечной недостаточности. Медиана возраста больных – 45 (37;54,2) лет. Исследование проведено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинской Декларации. Протокол исследования был одобрен местным Этическим комитетом. До включения в исследование у всех пациентов было получено письменное информированное согласие.

Критерии включения: больные ДКМП мужского пола старше 18 лет, состоящие в листе ожидания трансплантации сердца. Критерии исключения: отказ пациента от участия в исследовании; врожденный и приобретенный пороки сердца, хроническая обструктивная болезнь легких, нарушения опорно-двигательного аппарата, препятствующие проведению КПНТ; пациенты женского пола.

Протокол обследования больных ДКМП включал общий клинический и биохимический анализы крови, гемостаз, общий анализ мочи, рентгенографию органов грудной клетки и трансторакальную эхокардиографию (ТТЭхоКГ) [8]. Оценивались параметры катетеризации правых отделов сердца: давление в легочной артерии, сердечный индекс и легочное сосудистое сопротивление. С целью выявления нарушений ритма всем больным проведено суточное непрерывное электрокардиографическое (ЭКГ) исследование сердца по Холтеру [9].

Для оценки резервов сердечно-сосудистой и дыхательной систем больным ДКМП проводился КПНТ на аппарате Охусон Pro фирмы Jaeger (Германия) в комплекте с 12-канальным модулем мониторинга ЭКГ. Исследование газообмена осуществлялось методом breath-by-breath с анализом каждого дыхательного цикла по протоколу RAMP с непрерывно нарастающей нагрузкой (20 Вт/мин) [10]. Во время проведения КПНТ регистрировались показатели легочного газообмена и сердечно-сосудистой системы. В анализ были включены: пиковое потребление кислорода (VO_{2peak} , мм/мин/кг); уровень анаэробного

порога (VO_{2peak} на АП), определяемый по методу V-slope [11]; минутный объем вентиляции (VE , л/мин); вентиляторный эквивалент по углекислому газу ($VE/VCO_2 \max$), отражающий эффективность минутной вентиляции; кислородный пульс (O_{2pulse}), являющийся индексом ударного объема; пороговая мощность нагрузки ($Вт$) и длительность нагрузки (мин). Во время КПНТ также фиксировались: артериальное давление; частота сердечных сокращений; артериальная сатурация с помощью пульсоксиметра; нарушения ритма. По 10-балльной шкале Борга оценивались субъективные ощущения пациента. Показания к прекращению КПНТ: достижение субмаксимальной возрастной частоты сердечных сокращений, одышка, усталость, головокружение, изменения на ЭКГ ишемического характера, жизнеугрожающие нарушения ритма, боли за грудиной, снижение артериального давления. Толерантность к ФН определялась по пороговой мощности нагрузки и длительности выполнения теста. Интерпретация полученных данных осуществлялась согласно клиническим рекомендациям по оценке КПНТ [11].

Анализ полученных результатов проведен с использованием статистических программ Statistica 6.1 (USA). Применялись непараметрические методы статистики с вычислением медианы (Me), межквартильного интервала (1-й и 3-й квартили), качественные переменные представлены в виде абсолютных значений и процентах. Для выявления клиничко-анамнестических данных, показателей КПНТ и эхокардиографических параметров, ассоциированных с возникновением нарушений ритма, во время КПНТ применялся метод однофакторного логистического регрессионного анализа с вычислением отношения шансов (ОШ) и 95% доверительного интервала [ДИ]. Статистически значимыми принимали значения при уровне $p < 0,05$.

Результаты

Клиничко-функциональный статус больных ДКМП приведен в табл. 1.

У исследуемой когорты больных ДКМП в 63,4% случаев были зарегистрированы нарушения ритма в виде ФП, ЖЭ и блокады левой ножки пучка Гиса. Среди других сопутствующих заболеваний преобладали ожирение и хроническая болезнь почек.

Показатели ТТЭхоКГ у больных ДКМП приведены в табл. 2.

Таблица 1. Клиничко-функциональные показатели больных дилатационной кардиомиопатией

Table 1. Clinical and functional parameters of patients with dilated cardiomyopathy

Параметр		Значение, n=82
Возраст, годы, Me ($Q_1; Q_3$)		45 (37;54,2)
Функциональный класс хронической сердечной недостаточности по NYHA, n (%)	III	68 (83,0)
	IV	14 (17,0)
Нарушения ритма	Фибрилляция предсердий	24 (29,2)
	Желудочковая экстрасистолия	25 (30,4)
	Полная блокада левой ножки пучка Гиса	3 (3,6)
Наличие имплантированного электрокардиостимулятора		23 (28,0)
Инсульт в анамнезе, n (%)		2 (2,4)
Ожирение, n (%)		28 (34,1)
Сахарный диабет 2-го типа, n (%)		6 (7,3)
Хроническая болезнь почек, n (%)		15 (18,2)
Показатели ангиопульмонографии		
Среднее давление в легочной артерии, мм рт.ст.		23,5 (18,0;28,4)
Сердечный индекс, л/мин/м ²		1,7 (1,4;2,0)
Легочное сосудистое сопротивление, дин c/см ⁵		238,0 (130,0;285,0)

Таблица 2. Показатели трансторакальной эхокардиографии у больных дилатационной кардиомиопатией, Me ($Q_1; Q_3$)

Table 2. Transthoracic echocardiography parameters in patients with dilated cardiomyopathy, Me ($Q_1; Q_3$)

Параметр	Значение, n=82
ПП, продольная ось, см	5,7 (5,2;6,8)
Площадь ПП, см ²	29,4 (21,4;35,0)
ЛП, продольная ось, см	6,0 (5,3;6,7)
Площадь ЛП, см ²	32,2 (22,1;38,1)
КДО ПЖ / Площадь поверхности тела, мл/м ²	29,8 (24,2;41,1)
Конечно-диастолическая площадь ПЖ, см ²	23,8 (22,6;32,5)
Фракция изменения площади ПЖ, %	38,2 (30,6;40,5)
КДО ЛЖ / Площадь поверхности тела, мл/м ²	122,9 (110,1;178,4)
КСО ЛЖ / Площадь поверхности тела, мл/м ²	98,3 (83,1;109,2)
ТМЖП в диастолу, см	1,0 (0,8;1,2)
ТЗСЛЖ в диастолу, см	1,0 (0,8;1,2)
ФВ ЛЖ (метод Simpson), %	25,0 (21,0;30,0)

Примечания: ПП – правое предсердие; ЛП – левое предсердие; КДО – конечный диастолический объем; ПЖ – правый желудочек; ЛЖ – левый желудочек; КСО – конечный систолический объем; ТМЖП – толщина межжелудочковой перегородки; ТЗСЛЖ – толщина задней стенки левого желудочка; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка

Как видно из табл. 2, у больных ДКМП были увеличены размеры всех камер сердца со значительным увеличением ЛЖ. Фракция изменения площади ПЖ незначительно снижена, ФВ ЛЖ резко снижена.

Данные КПНТ в исследуемой когорте больных ДКМП отражены в табл. 3.

Таблица 3. Показатели кардиопульмонального нагрузочного теста у больных дилатационной кардиомиопатией, Me (Q_1 ; Q_3)

Table 3. Cardiopulmonary exercise test parameters in patients with dilated cardiomyopathy, Me (Q_1 ; Q_3)

Параметр	Значения в покое, n=82	Значения при пороговой мощности нагрузки, n=82
SpO ₂ , % (N>95%)	97,0 (96,0;97,0)	96,0 (95,0;97,0)
VO _{2peak} , мл/мин/кг	3,4 (2,6;3,8)	10,2 (9,6;11,7)
O _{2pulse} , мл/уд	3,5 (3,2;4,1)	8,2 (6,6;9,5)
VE, л/мин	12 (10,5;14,0)	36 (32,0;41,0)
VE/VCO ₂ (N<34)	43,7 (41,8;50,1)	40,5 (32,0;42,0)
ЧСС, 1 в мин	72,0 (66,0;82,0)	119,0 (100,0;130,0)
АД систолическое, мм рт.ст.	110,0 (100,0;120,0)	130,0 (120,0;145,0)
АД диастолическое, мм рт.ст.	70,0 (60,0;75,0)	80,0 (70,0;90,0)

Примечания: SpO₂ – артериальная сатурация; N – нормальные значения; VO_{2peak} – пиковое потребление кислорода; O_{2pulse} – кислородный пульс; VE – минутный объем дыхания; VE/VCO₂ – вентиляторный эквивалент по углекислому газу; ЧСС – частота сердечных сокращений; АД – артериальное давление

При проведении КПНТ у больных ДКМП была зарегистрирована низкая толерантность к ФН. Пороговая мощность нагрузки составила 62,0 (60,0–65,0) Вт, длительность нагрузки – 7,0 (5,0–9,0) мин. Данные показатели обусловлены низкими резервами сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Так, VO₂ на пике нагрузки составило в пределах 10 мл/мин/кг, что характеризует тяжелую сердечную недостаточность – (С класс по классификации Weber). Низкое значение O_{2pulse} и высокий уровень VE/VCO₂ на пике ФН также свидетельствуют о недостаточном обеспечении кислородом организма при ФН. Анаэробный порог был достигнут у 67 больных (81,7%).

Стресс-индуцированные нарушения ритма при выполнении КПНТ были зарегистрированы в 63,4% случаев в виде ФП или ЖЭ. Из них у 20 человек (24,4%) нарушения ритма были выявлены впервые, в том числе нарушения ритма по типу ЖЭ у 16 больных (19,5%). Ранее в покое, а также в анамнезе у данных пациентов не было

выявлено аритмий. По разновидности ЖЭ были частотой от 8 до 20 в минуту, одиночные и парные.

Основными причинами прекращения КПНТ явились достижение субмаксимального ЧСС – 46 больных (56%), одышка и слабость в ногах – 23 больных (28%), снижение АД – 5 больных (6%), частые ЖЭ – 8 больных (10%). Данные неблагоприятные явления купировались самостоятельно в восстановительном периоде.

В табл. 4 представлен однофакторный логистический анализ взаимосвязи структурно-функциональных параметров сердца по данным ТТЭхоКГ, сопутствующей патологии и параметров катетеризации правых отделов сердца с возникновением ЖЭ во время КПНТ.

Данные логистического регрессионного анализа показали, что линейный размер ПП, индексированные показатели КСО и КДО ЛЖ у больных ДКМП прямо взаимосвязаны с возникновением ЖЭ при проведении КПНТ. При этом показатель O_{2pulse} обратно взаимосвязан с возникновением ЖЭ при КПНТ.

Обсуждение

Механизмы развития ЖА при ФН связаны с увеличением концентрации катехоламинов, что приводит к увеличению скорости проведения возбуждения по миокардиоцитам и уменьшению продолжительности их потенциала действия. Данные изменения могут привести к повышению автоматизма и развитию преждевременных сокращений миокарда с активацией феномена повторного входа импульса (re-entry) [7]. Частые желудочковые эктопические комплексы при ФН и в первые три минуты фазы восстановления после ФН ассоциированы с высоким риском неблагоприятных сердечно-сосудистых событий [5].

Наше исследование продемонстрировало, что у больных ДКМП, состоящих в листе ожидания трансплантации сердца, на фоне проведения теста с физической нагрузкой в 63,4% случаев были зарегистрированы нарушения ритма. В 19,5% зарегистрированы впервые выявленные аритмии в виде одиночных и парных ЖЭ. При этом в покое, а также в анамнезе у данных пациентов не было выявлено нарушений ритма. Исходно в исследуемой когорте доля нарушений ритма в виде ФП, ЖЭ и блокады левой ножки пучка Гиса составила 63,4% больных. По данным логистического регрессионного анализа было

Таблица 4. Взаимосвязь клинических и структурно-функциональных параметров сердца у больных дилатационной кардиомиопатией с возникновением желудочковых экстрасистол во время кардиопульмонального нагрузочного теста

Table 4. The relationship between clinical and structural-functional parameters of the heart in patients with dilated cardiomyopathy who displayed extrasystoles during cardiopulmonary exercise testing

Показатель	ОШ	[95% ДИ]	p
Возраст	0,68	[0,05–4,23]	0,87
Инсульт в анамнезе, n (%)	1,32	[0,39–4,56]	0,64
Ожирение, n (%)	2,42	[0,46–3,71]	0,74
Сахарный диабет 2-го типа, n (%)	0,41	[0,02–3,53]	0,58
Хроническая болезнь почек, n (%)	1,44	[0,68–4,11]	0,24
Среднее давление в легочной артерии, мм рт.ст.	0,72	[0,05–3,21]	0,57
Сердечный индекс, л/мин/м ²	2,23	[0,51–4,38]	0,37
Легочное сосудистое сопротивление, дин·с/см ⁵	0,48	[0,11–2,98]	0,51
VO _{2peak} , мл/мин/кг	1,54	[0,92–3,87]	0,09
O _{2pulse} , мл/уд.	0,52	[0,11–0,76]	0,02
VE, л/мин	0,32	[0,08–2,98]	0,47
VE/VCO ₂ (N<34)	3,87	[0,24–6,56]	0,61
ПП продольная ось, см	2,41	[1,85–5,82]	0,01
Площадь ПП, см ²	0,98	[0,22–4,86]	0,62
ЛП продольная ось, см	1,45	[0,63–3,51]	0,12
Площадь ЛП, см ²	0,87	[0,17–7,63]	0,41
КДО ПЖ / Площадь поверхности тела, мл/м ²	0,94	[0,08–3,65]	0,51
Конечно-диастолическая площадь ПЖ, см ²	1,02	[0,21–2,54]	0,37
Фракция изменения площади ПЖ, %	0,27	[0,07–1,58]	0,55
КДО ЛЖ / Площадь поверхности тела, мл/м ²	1,84	[1,09–5,42]	0,02
КСО ЛЖ / Площадь поверхности тела, мл/м ²	2,26	[1,34–7,51]	0,03
ТМЖП в диастолу, см	0,87	[0,32–1,64]	0,24
ТЗСЛЖ в диастолу, см	1,32	[0,85–2,31]	0,11
ФВ ЛЖ (метод Simpson), %	1,68	[0,96–4,32]	0,09

Примечания: ОШ – отношение шансов; ДИ – доверительный интервал; VO₂ – потребление кислорода; O_{2pulse} – кислородный пульс; VE – минутный объем дыхания; VE/VCO₂ – вентилаторный эквивалент по углекислому газу; ПП – правое предсердие; ЛП – левое предсердие; КДО – конечный диастолический объем; ПЖ – правый желудочек; ЛЖ – левый желудочек; КСО – конечный систолический объем; ТМЖП – толщина межжелудочковой перегородки; ТЗСЛЖ – толщина задней стенки левого желудочка; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка

выявлено, что линейный размер ПП, индексированные параметры КСО и КДО ЛЖ по данным ТТЭхоКГ у больных ДКМП прямо взаимосвязаны с возникновением ЖЭ при КПНТ. Показатель O_{2pulse} обратно взаимосвязан с возникновением ЖЭ при КПНТ. Следует отметить, что работы,

посвященные изучению у больных ДКМП структуры нарушений ритма при КПНТ и выявлению взаимосвязей аритмий с клинико-функциональными параметрами практически не встречаются.

Авторами была установлена взаимосвязь возникновения устойчивых эпизодов желудочковых тахикардий у больных неишемической кардиомиопатией с индексированным конечным систолическим размером ЛЖ [12]. В данной работе было предположено, что увеличенные линейные размеры ЛЖ в систолу могут характеризовать более выраженную внутрижелудочковую механическую диссинхронию, которую авторы описывают в качестве предиктора развития желудочковых тахикардий. В последующей работе находкой данных авторов явилось то, что у больных ХСН с низкой ФВ ЛЖ структурное и электрофизиологическое ремоделирование правого и левого предсердий может являться предиктором не только ФП, но и ЖА [13]. В нашем исследовании у больных ДКМП объемные показатели ЛЖ, а также продольный размер ПП были ассоциированы с возникновением ЖЭ при проведении КПНТ.

В настоящем исследовании у больных ДКМП O_{2pulse} при КПНТ был снижен. Показатель O_{2pulse} является косвенной характеристикой ударного объема сердца и при ФН должен адекватно увеличиваться для обеспечения тканей кислородом [14, 15]. В исследуемой когорте была выявлена обратная взаимосвязь O_{2pulse} с возникновением ЖЭ при КПНТ. Очевидно, это связано с недостаточным обеспечением кислородом миокарда на фоне структурно-функционального и электрофизиологического ремоделирования сердца.

Результаты настоящего исследования показали, что больные ДКМП с показаниями к трансплантации сердца характеризуются как пациенты с потенциальным риском развития ЖА при ФН. Это свидетельствует о необходимости проведения у данных больных КПНТ с целью выявления нарушений ритма для снижения рисков неблагоприятного исхода.

Ограничения исследования. Данное исследование является ретроспективным.

Выводы

1. У больных дилатационной кардиомиопатией с показаниями к трансплантации сердца на фоне структурно-функционального и электрофизиологического ремоделирования миокарда в 63,4%

случаев выявлены нарушения ритма в ответ на провокацию физической нагрузкой.

2. Больные дилатационной кардиомиопатией характеризуются как группа с потенциальным риском развития жизнеугрожающих нарушений ритма при провокации физической нагрузкой. При проведении кардиопульмонального нагрузочного теста у больных дилатационной кардиомиопатией в 19,5% случаев были зарегистрированы впервые выявленные нарушения ритма в виде одиночных и парных желудочковых экстрасистол без указаний на наличие нарушений ритма в анамнезе.

3. Линейный размер правого предсердия, индексированные параметры конечного систо-

лического и конечного диастолического объемов левого желудочка по данным трансторакальной эхокардиографии у больных дилатационной кардиомиопатией прямо взаимосвязаны с возникновением желудочковой экстрасистолы при кардиопульмональном нагрузочном тесте – ОШ 2,41 (95% ДИ [1,85–5,82], $p=0,01$), 2,26 (95% ДИ [1,34–7,51], $p=0,03$) и 1,84 (95% ДИ [1,09–5,42], $p=0,02$) соответственно. Показатель O_{2pulse} обратно взаимосвязан с возникновением желудочковой экстрасистолы при кардиопульмональном нагрузочном тесте – ОШ 0,52 (95% ДИ [0,11–0,76], $p=0,02$).

Список литературы/References

1. Галеева З.М., Галевич А.С., Балеева Л.В., Сабирзянова А.Н., Галимзянова Л.А., Голубева Г.А. О причинах дилатационной кардиомиопатии в молодом возрасте. *Южно-Российский журнал терапевтической практики*. 2022;3(3):85–90. Galeeva ZM, Galyavich AS, Baleeva LV, Sabirzyanova AN, Galimzyanova LA, Golubeva GA. About the causes of dilated cardiomyopathy. *South Russian Journal of Therapeutic Practice*. 2022;3(3):85–90. (In Russ.). <https://doi.org/10.21886/2712-8156-2022-3-3-85-90>

2. Королев С., Артюхина Е., Шабанов В., Сапельников О., Цыганов А., Ревихвили А. и др. Радиочастотная абляция высокой мощности при лечении желудочковых тахикардий у пациентов со структурной патологией сердца: результаты одного года наблюдения многоцентрового проспективного регистра. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2023;27(2):66–73. Korolev S, Artyukhina E, Shabanov V, Sapelnikov O, Tsyganov A, Revishvili A, et al. High-power radiofrequency

ablation for ventricular tachycardia in patients with structural heart disease: one-year follow-up data from the multicenter prospective registry. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokirurgiya*. 2023;27(2):66–73. (In Russ.). <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2023-2-66-73>

3. Соловьева Е.А., Благова О.В., Седов В.П., Коган Е.А., Заклязьминская Е.В. Кардиовертеры-дефибрилляторы у больных с синдромом ДКМП: предикторы оправданных срабатываний и влияние на исходы. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2020;13(1):5–16. Solovyeva EA, Blagova OV, Sedov VP, Kogan EA, Zaklyazminskaya EV. Cardioverter-defibrillators in patients with dilated cardiomyopathy syndrome: predictors of appropriate shocks and influence on the outcomes. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery*. 2020;13(1):5–16. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/kardio2020130115>

4. Свеклина Т.С., Кучмин А.Н., Галова Е.П., Казаченко А.А., Тюрюпов М.С., Решетова Я.В. К вопросу об антиарит-

мической терапии у пациента с дилатационной кардиомиопатией (клинический случай). *Врач*. 2022;33(12):17–20. Svekлина TS, Kuchmin AN, Galova EP, Kazachenko AA, Tyuryupov MS, Reshetova YaV. On antiarrhythmic therapy in a patient with dilated cardiomyopathy: a clinical case. *Vrach*. 2022;33(12):17–20. (In Russ.). <https://doi.org/10.29296/25877305-2022-12-03>

5. Голицын С.П., Костюкевич М.В., Лайович Л.Ю., Миронов Н.Ю., Миронова Н.А., Уцмугева М.Д. и др. Евразийские клинические рекомендации по диагностике и лечению желудочковых нарушений ритма сердца и профилактике внезапной сердечной смерти (2022). *Евразийский кардиологический журнал*. 2022;(4):6–67. Golitsyn SP, Kostyukevich MV, Lajovic LYU, Mironov NYU, Mironova NA, Utsumueva MD, et al. Eurasian association of cardiology (EAC) guidelines for the prevention and treatment of ventricular heart rhythm disorders and prevention of sudden cardiac death (2022). *Eurasian heart journal*. 2022;(4):6–67. (In Russ.). <https://doi.org/10.29296/25877305-2022-12-03>

doi.org/10.38109/2225-1685-2022-4-6-67

6. Галявич А.С., Терещенко С.Н., Ускач Т.М., Агеев Ф.Т., Аронов Д.М., Арутюнов Г.П. и др. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2024. *Российский кардиологический журнал*. 2024;29(11):6162. Galyavich AS, Tereshchenko SN, Uskach TM, Ageev FT, Aronov DM, Arutyunov GP, et al. Clinical practice guidelines for Chronic heart failure. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(11):6162. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2024-6162>

7. Жабина Е.С., Тулинцева Т.Э., Тихоненко В.М., Солнцев В.Н., Трешкур Т.В. Нагрузочные пробы в диагностике и определении клинической значимости желудочковых аритмий. *Профилактическая медицина*. 2021;24(9):52–58. Zhabina ES, Tulintseva TE, Tikhonenko VM, Solntsev VN, Treshkur TV. Exercise stress tests in the diagnosis and determination of clinical significance of ventricular arrhythmias. *The Russian Journal of Preventive Medicine*. 2021;24(9):52–58. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/profmed20212409152>

8. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, et al. Recommendations for chamber quantification. *Eur J Echocardiogr*. 2006;7(2):79–108. PMID: 16458610 <https://doi.org/10.1016/j.euje.2005.12.014>

9. Galiè N, Humbert M, Vachiery JL, Gibbs S, Lang I, Torbicki A, et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: the joint task force for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory

Society (ERS): endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT). *Eur Respir J*. 2015;46(4):903–975. PMID: 26318161 <https://doi.org/10.1183/13993003.01032-2015>

10. Dores H, Mendes M, Abreu A, Durazzo A, Rodrigues C, Vilela E, et al. Cardiopulmonary exercise testing in clinical practice: Principles, applications, and basic interpretation. *Rev Port Cardiol*. 2024;43(9):525–536. PMID: 38583860 <https://doi.org/10.1016/j.repc.2024.01.005>

11. Levett DZH, Jack S, Swart M, Carlisle J, Wilson J, Snowden C, et al. Perioperative cardiopulmonary exercise testing (CPET): consensus clinical guidelines on indications, organization, conduct, and physiological interpretation. *Br J Anaesth*. 2018;120(3):484–500. PMID: 29452805 <https://doi.org/10.1016/j.bja.2017.10.020>

12. Илов Н.Н., Стомпель Д.Р., Бойцов С.А., Пальникова О.В., Нечепуренко А.А. Перспективы использования результатов трансторакальной эхокардиографии для прогнозирования желудочковых тахикардий у больных ишемической кардиомиопатией. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. 2022;18(3):251–260. Плов NN, Stompel DR, Boytsov SA, Palnikova OV, Nepochurenko AA. Perspectives on the use of transthoracic echocardiography results for the prediction of ventricular tachyarrhythmias in patients with non-ischemic cardiomyopathy. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2022;18(3):251–260. (In Russ.). <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2022-06-01>

13. Илов Н.Н., Сурикова О.Н., Бой-

цов С.А., Пальникова О.В., Каримов И.Р., Нечепуренко А.А. Значение показателей структурного и электрического ремоделирования предсердий для определения риска возникновения желудочковых аритмий у больных хронической сердечной недостаточностью. *Кардиологический вестник*. 2023;18(3):60–66. Плов NN, Surikova ON, Boytsov SA, Palnikova OV, Karimov IR, Nepochurenko AA. Indicators of structural and electrical atrial remodeling in predicting the risk of ventricular tachyarrhythmia in patients with chronic heart failure. *Russian Cardiology Bulletin*. 2023;18(3):60–66. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin20231803160>

14. Salvioni E, Bonomi A, Magrì D, Merlo M, Pezzuto B, Chiesa M, et al. The cardiopulmonary exercise test in the prognostic evaluation of patients with heart failure and cardiomyopathies: the long history of making a one-size-fits-all suit. *Eur J Prev Cardiol*. 2023;30(Suppl 2):ii28–ii33. PMID: 37819221 <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwad216>

15. Климова А.С., Каменская О.В., Логинова И.Ю., Поротникова С.С., Волкова И.И., Доронин Д.В. и др. Особенности кардиопульмонального резерва у больных хронической тромбоэмболической легочной гипертензией с сопутствующими нарушениями ритма. *Евразийский кардиологический журнал*. 2025;(1):16–21. Klinkova AS, Kamenetskaya OV, Loginova IYu, Porotnikova SS, Volkova II, Doronin DV, et al. Features of cardiopulmonary reserve in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension with concomitant rhythm disturbances. *Eurasian heart journal*. 2025;(1):16–21. (In Russ.). <https://doi.org/10.38109/2225-1685-2025-1-16-21>

Информация об авторах

**Ирина Юрьевна
Логинова**

канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории клинической физиологии научно-исследовательского отдела анестезиологии и реаниматологии ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» МЗ РФ, <https://orcid.org/0000-0002-3219-0107>
25% – разработка концепции и дизайна, написание текста

**Оксана Васильевна
Каменская**

д-р мед. наук, заведующая лабораторией клинической физиологии научно-исследовательского отдела анестезиологии и реаниматологии ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» МЗ РФ, <https://orcid.org/0000-0001-8488-0858>
21% – обоснование подготовки рукописи, дизайн

**Ася Станиславовна
Клиноква**

канд. мед. наук, старший научный сотрудник лаборатории клинической физиологии научно-исследовательского отдела анестезиологии и реаниматологии ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» МЗ РФ, <https://orcid.org/0000-0003-2845-930X>, asya465@yandex.ru
20% – анализ результатов, написание текста

**Светлана Сергеевна
Поротникова**

младший научный сотрудник лаборатории клинической физиологии научно-исследовательского отдела анестезиологии и реаниматологии ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» МЗ РФ, <https://orcid.org/0000-0002-0061-2205>
15% – набор материала в соответствии с дизайном исследования

**Дмитрий Владиславович
Доронин**

канд. мед. наук, врач кардиолог кардиохирургического отделения № 2 ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» МЗ РФ, <https://orcid.org/0000-0003-3372-2889>
7% – проверка важного интеллектуального содержания, обзор публикаций по теме статьи

**Владимир Николаевич
Ломиворотов**

д-р мед. наук, профессор отдела высшего и дополнительного профессионального образования института высшего и дополнительного профессионального образования ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» МЗ РФ, <https://orcid.org/0000-0003-2399-563X>
6% – проверка содержания рукописи

**Александр Михайлович
Чернявский**

чл.-корр. РАН, проф., д-р мед. наук, генеральный директор ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» МЗ РФ; заведующий кафедрой сердечно-сосудистой хирургии ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» МЗ РФ, <https://orcid.org/0000-0001-9818-8678>
6% – окончательное утверждение рукописи для публикации

Information about the authors

Irina Yu. Loginova	Cand. Sci. (Biol.), Leading Researcher, Laboratory of Clinical Physiology of the Research Department of Anesthesiology and Critical Care Medicine, E.N. Meshalkin National Medical Research Center, https://orcid.org/0000-0002-3219-0107 25%, development of the study concept and design, writing the text
Oksana V. Kamenskaya	Dr. Sci. (Med.), Head of the Laboratory of Clinical Physiology of the Research Department of anesthesiology and critical care medicine, E.N. Meshalkin National Medical Research Center, https://orcid.org/0000-0001-8488-0858 21%, study rationale and design
Asya S. Klinkova	Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Laboratory of Clinical Physiology of the Research Department of Anesthesiology and Critical Care Medicine, E.N. Meshalkin National Medical Research Center, https://orcid.org/0000-0003-2845-930X , asya465@yandex.ru 20%, analysis of results, writing the text
Svetlana S. Porotnikova	Researcher, Laboratory of Clinical Physiology of the Research Department of Anesthesiology and Critical Care Medicine, E.N. Meshalkin National Medical Research Center, https://orcid.org/0000-0002-0061-2205 15%, selecting the study material in accordance with the study design
Dmitry V. Doronin	Cand. Sci. (Med.), Cardiologist, Cardiac Surgery Department No. 2, E.N. Meshalkin National Medical Research Center, https://orcid.org/0000-0003-3372-2889 7%, checking the important intellectual content, review of publications on the topic of the article
Vladimir N. Lomivorotov	Dr. Sci. (Med.), Professor of the Training Department, E.N. Meshalkin National Medical Research Center, https://orcid.org/0000-0003-2399-563X 6%, checking the content of the manuscript
Alexander M. Chernyavskiy	Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Prof., Dr. Sci. (Med.), General Director of the E.N. Meshalkin National Medical Research Center; Head of the Department of Cardiovascular Surgery, Novosibirsk State Medical University, https://orcid.org/0000-0001-9818-8678 6%, final approval of the manuscript for publication

Статья поступила в редакцию 23.04.2025;
одобрена после рецензирования 05.06.2025;
принята к публикации 25.06.2025

The article was received on April 23, 2025;
approved after reviewing on June 5, 2025;
accepted for publication on June 25, 2025