

ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ДИСФУНКЦИЯ И РЕМОДЕЛИРОВАНИЕ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА У ПАЦИЕНТОВ С ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ ФАКТОРАМИ РИСКА ЗАБОЛЕВАНИЙ ЛЕГКИХ

**Кошурникова Е.П.¹, Лопатин А.С.¹, Бобылев Ю.М.¹, Беккер К.Н.¹,
Банковская Л.А.¹, Титов А.А.¹**

¹ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера Минздрава России», Пермь, e-mail: ekaterina_koshur@mail.ru

Достигнутое в последние годы глубокое понимание механизмов формирования повреждения сердца при хронических заболеваниях легких и легочной гипертензии указывает на ключевую роль дисфункции правого желудочка. Показано неблагоприятное прогностическое значение диастолической и систолической дисфункции правых отделов сердца в выживаемости пациентов с легочной гипертензией и сердечной недостаточностью. Изменения клинико-функциональных показателей, состояние гемодинамики малого круга кровообращения, динамика течения заболеваний легких у лиц с профессиональными факторами риска в литературе отражены недостаточно. В связи этим представляется актуальным раннее выявление структурно-функциональных изменений сердца у лиц с профессиональными факторами риска заболеваний легких. Цель настоящего исследования - выявление структурно-функциональных изменений сердца у работников коксохимического производства г. Губаха Пермского края. Было установлено, что первоначально развивается диастолическая дисфункция правых отделов, а затем левых отделов сердца. При этом причинно-следственная связь структурно-функциональных изменений сердца зависит от воздействия вредного производственного фактора. У пациентов, подвергающихся воздействию вредного производственного фактора, наблюдается статистически значимое увеличение передне-заднего размера левого предсердия, увеличение толщины межжелудочковой перегородки, снижение соотношения пиков E/A трансмитрального и транстрикуспидального потоков с развитием диастолической дисфункции и снижением продольной деформации правого желудочка, что свидетельствует о развитии его систолической дисфункции.

Ключевые слова: дисфункция и ремоделирование правого желудочка, коксовый завод в г. Губаха, коксопроизводство, эхокардиография.

DIASTOLIC DYSFUNCTION AND REMODELING OF THE RIGHT VENTRICLE IN PATIENTS WITH OCCUPATIONAL LUNG DISEASE RISK FACTORS

**Koshurnikova E.P.¹, Lopatin A.S.¹, Bobylev Y.M.¹, Becker K.N.¹,
Bankovskaya L.A.¹, Titov A.A.¹**

¹Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner, Perm, e-mail: ekaterina_koshur@mail.ru

The deep understanding of the mechanisms of heart damage formation in chronic lung diseases and pulmonary hypertension achieved in recent years indicates the key role of right ventricular dysfunction. The unfavorable prognostic value of diastolic and systolic dysfunction of the right heart in the survival of patients with pulmonary hypertension and heart failure has been shown. Changes in clinical and functional parameters, the state of hemodynamics of the small circle of blood circulation, and the dynamics of lung diseases in people with occupational risk factors are not sufficiently reflected in the literature. In this regard, early detection of structural and functional changes of the heart in people with occupational risk factors for lung diseases seems relevant. The purpose of this study was to identify the structural and functional changes of the heart in workers of the coke production in Gubakha, Perm Region. It was found that diastolic dysfunction of the right heart initially develops, and then of the left heart. At the same time, the causal relationship of structural and functional changes in the heart depends on the effects of harmful industrial factors. In patients exposed to harmful industrial factors, there is a statistically significant increase in the anterior-posterior size of the left atrium, the thickness of the interventricular septum, a decrease in the ratio of peaks of the E/A transmittal and transtricuspid flows with the development of diastolic dysfunction and a decrease in the longitudinal deformation of the right ventricle, which indicates the development of its systolic dysfunction.

Keywords: dysfunction and remodeling of the right ventricle, Gubakha coke plant, coke production, echocardiography

Введение

За последние десятилетия возрос интерес к изучению нарушений функции правого желудочка (ПЖ) [1]. В многочисленных исследованиях было показано неблагоприятное прогностическое значение диастолической и систолической дисфункции правых отделов сердца в выживаемости пациентов с легочной гипертензией и сердечной недостаточностью [2; 3].

Необходимо учитывать, что нарушение работы правых отделов сердца может быть вызвано не только гемодинамическими причинами, связанными с заболеваниями сердечно-сосудистой системы, но и при развитии дыхательной недостаточности, хронически протекающем воспалительном процессе с накоплением и активацией макрофагов и тучных клеток в дыхательной системе [4]. Например, работники коксохимического производства, сталкиваясь в трудовом процессе с воздействием ароматических углеводородов, высокодисперсной пыли, имеют высокий риск развития нарушений альвеолярной вентиляции, диффузной способности легких, изменений в малом круге кровообращения от непостоянной легочной гипертензии до недостаточности правых отделов сердца, главным образом за счет фиброгенного действия аэрозолей и поддержания ими хронического вялотекущего воспалительного процесса в дыхательных путях [5].

В литературе недостаточно отражена динамика течения профессиональных заболеваний легких, изменения клинико-функциональных показателей, состояния гемодинамики малого круга кровообращения, влияющего на прогноз для жизни. В связи этим представляется актуальным раннее выявление гемодинамических нарушений у лиц с факторами риска заболеваний легких. Своевременная диагностика нарушений систолической и диастолической функций правого желудочка у данной группы пациентов будет способствовать предотвращению развития хронического легочного сердца, улучшать качество жизни и снижать смертность.

Цель исследования: выявить структурно-функциональные изменения сердца с помощью эхокардиографического исследования у работников коксохимического производства г. Губаха Пермского края.

Материал и методы исследования

В данное одномоментное наблюдательное исследование вошли 89 работников химического производства Коксового завода в г. Губаха, которым были проведены периодические медицинские осмотры в июле-сентябре 2022 г. У данных лиц ретроспективно, на основании анализа эхокардиографического исследования изучалось наличие структурно-функциональных изменений сердца.

Ретроспективно на основании анализа данных клинического обследования, консультации кардиолога и выполнения эхокардиографии все исследуемые пациенты были разделены на 3 группы. Основную группу (1-я группа) составили работники коксохимического производства с гипертонической болезнью (ГБ) и воздействием вредного фактора (ВФ) (n-36). Группу сравнения (2-я группа) составили работники с ГБ, трудовая деятельность которых не связана с вредными и опасными условиями труда (n-40). Группу контроля (3-я группа) составили 13 относительно здоровых лиц (n-13).

Всем обследуемым проводилась эхокардиография с доплеровским анализом. Для оценки работы левых отделов сердца оценивались размеры левого предсердия (ЛП), конечно-диастолический размер (КДР), конечно-диастолический объем (КДО), ударный объем (УО) и фракция выброса левого желудочка (ФВ).

Для характеристики правых отделов сердца оценивались размеры правого предсердия (ПП) по длинной и короткой оси из апикального доступа, систолическое движение кольца трикуспидального клапана от конца диастолы до конца систолы (TAPSE – Tricuspidal Annular Plane Systolic Excursion).

С помощью доплеровской эхокардиографии и метода визуализации сердца на основе ультразвука рассчитывается соотношение пиков E/A правого и левого желудочков. Оно представляет собой отношение максимальной скорости кровотока при расслаблении желудочка в раннюю диастолу (волна E) к максимальной скорости кровотока в позднюю диастолу, вызванной сокращением предсердий (волна A).

Статистическая обработка результатов проведена с помощью методов описательной статистики и программы Statistica 13 с учетом t-критерия Стьюдента при нормальном распределении признаков ($M \pm SD$) и с учетом критерия Манна - Уитни при неправильном распределении признаков ($Me [Q1; Q3]$). Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$. Качественные признаки отображены в виде абсолютной частоты проявления признака и частоты выявления признака в процентах (%). Качественные переменные сравнивали с помощью критерия χ^2 Пирсона.

Результаты исследования и их обсуждение

В таблице 1 представлены исходные данные пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями и здоровых (табл. 1).

Средний возраст обследованных работников 1-й группы составил $43,7 \pm 17,5$ лет, во 2-й группе – $44,4 \pm 20,5$ лет, в 3-й группе – $44,5 \pm 14,0$ лет. Соотношение мужчин и женщин в 1-й группе оказалось одинаковым, в группах 2 и 3 преобладали женщины (87,5% и 61,5% соответственно). Показатель индекса массы тела (ИМТ) у пациентов групп 1 и 2 был идентичен ($p=0,387$) и соответствовал избыточной массе тела. Из сердечно-сосудистых

заболеваний все обследуемые имели ГБ 1-3 стадии, в 1-й группе с вредным фактором производства было значительно больше людей с ишемической болезнью сердца, чем в группе без воздействия вредного фактора ($p=0,045$). Группы были идентичны по количеству больных с хронической сердечной недостаточностью 2-й стадии и 2-го функционального класса ($p=1,000$ и $p=0,664$) соответственно. Количество больных, отмечающих слабость, боль в груди, боль в сердце и кашель, в обеих группах было одинаково. Одышка отмечалась чаще в группе с вредным фактором производства ($p=0,038$). Количество курящих пациентов было больше в группе с вредным фактором производства ($p=0,010$).

Таблица 1

Сравнительная клиническая характеристика групп

Показатель	1-я группа (ГБ с ВФ) n-36	2-я группа (ГБ без ВФ) n-40	3-я группа (отн. здоровые) n-13	p (1-я и 2-я группы)
Муж.	18 (50,0%)	5 (12,5%)	5 (38,5 %)	0,001
Жен.	18 (50,0%)	35 (87,5%)	8 (61,5%)	0,001
Возраст	43,7 [61,0-26,0]	44,4 [64,0-23,0]	44,5 [62,0-34,0]	0,003
ИМТ	28,6 [43,4-20,5]	28,4 [45,0-17,9]	25,9 [31,5-20,8]	0,387
ИБС	11 (30,6%)	3 (7,5%)	0 (0%)	0,001
ГБ	36 (100%)	40 (100%)	0 (0%)	1,000
ХСН	14 (38,9%)	15 (37,5%)	0 (0%)	0,929
ХСН II ст.	1 (2,8%)	1 (2,5%)	0 (0%)	1,000
ХСН II ФК	8 (22,2%)	7 (17,5%)	0 (0%)	0,664
Слабость	9 (25%)	10 (25%)	0 (0%)	1,000
Боли в груди	9 (25%)	7 (17,5%)	0 (0%)	0,459
Боли в сердце	22 (61,1%)	23 (57,5%)	0 (0%)	0,791
Одышка	20 (55,5%)	13 (32,5%)	0 (0%)	0,038
Кашель	3 (8,3%)	2 (5%)	0 (0%)	0,008
Курение	21 (58,3%)	11 (27,5%)	4 (30,8%)	0,010

Примечания: таблица 1 составлена авторами по результатам исследования, ИМТ – индекс массы тела, ИБС – ишемическая болезнь сердца, ГБ – гипертоническая болезнь, ХСН – хроническая сердечная недостаточность.

В исследовании оценивались структурно-функциональные и гемодинамические показатели кардиогемодинамики (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная характеристика групп по данным эхокардиографии

Показатель	1-я группа (ГБ с ВФ) n-36	2-я группа (ГБ без ВФ) n-40	3-я группа (отн. здоровые) n-13	P (1 и 2)	p (1 и 3)	p (2 и 3)
ЛП 1, мм	38,46±4,83	36,64±5,62	33,84±3,13	0,136	0,002	0,094
ЛП 2, мм	48,80±5,48	47,83±4,87	45,85±3,65	0,417	0,079	0,185
ПП 1, мм	47,98±5,09	47,03±4,91	45,00±3,24	0,411	0,055	0,170
ПП 2, мм	36,90±4,94	36,10±4,34	34,77±3,47	0,455	0,160	0,320
КДР, мм	46,78±7,15	44,60±3,87	45,96±3,36	0,098	0,694	0,262
КДО, мм	97,37±18,29	92,05±19,27	97,15±18,07	0,222	0,970	0,404
УО, мм	61,68±14,32	59,50±12,70	64,77±11,28	0,484	0,486	0,188
ФВ, %	65,27±4,89	65,85±4,46	67,08±3,09	0,619	0,220	0,361
МЖП, мм	11,20±1,78	10,50±1,85	9,37±0,84	0,098	0,001	0,039
ЛЖ (Е/А)	1,03±0,29	1,12±0,31	1,36±0,39	0,197	0,003	0,027
ПЖ (Е/А)	1,24±0,21	1,34±0,22	1,62±0,25	0,047	0,001	0,001
СДЛА, мм рт. ст.	18,87±7,15	17,44±5,53	17,85±4,26	0,330	0,632	0,808
СрДЛА, мм рт. ст.	15,12±7,80	14,27±6,94	12,81±2,36	0,617	0,302	0,462
TAPSE, мм	16,50±1,77	16,37±2,01	19,54±1,67	0,767	0,001	0,001

Примечания: таблица составлена авторами согласно результатам исследования, жирный шрифт - статистически значимые различия ($p < 0,05$), ГБ - гипертоническая болезнь, ВФ - вредный производственный фактор, ЛП 1 - левое предсердие (передне-задний размер из парастернальной позиции по длинной оси), ЛП2 - верхне-нижний размер ЛП из апикального доступа, ПП1 - размер ПП из апикального доступа по короткой оси, ПП2 - размер ПП из апикального доступа по длинной оси, ПЖ - размер правого желудочка из парастернальной позиции по длинной оси, СДЛА - систолическое давление в легочной артерии, Ср.ДЛА - среднее давление в легочной артерии, TAPSE - показатель продольной деформации правого желудочка, ПЖАС - правожелудочково-артериальное сопряжение (Right Ventricular-Pulmonary Arterial Coupling) - отношение TAPSE/СДЛА характеризует взаимодействие в системе «ПЖ-ЛА».

Исходя из данных результатов таблицы 2, можно сделать вывод о том, что у пациентов, подвергающихся воздействию вредного производственного фактора (1-я группа), передне-задний размер левого предсердия превалирует по сравнению с группой контроля. При этом влияние на данный показатель вредного производственного фактора подтверждается вне зависимости от наличия сопутствующей гипертонической болезни (статистически значимой разницы между 1-й и 2-й группами не получено).

Толщина межжелудочковой перегородки статистически значимо больше среди пациентов 1-й и 2-й групп по сравнению с группой контроля, что объясняется наличием в обеих группах больных гипертонической болезни, независимо от наличия вредного производственного фактора.

Диастолическая дисфункция левых отделов сердца выявлена среди пациентов 1-й и 2-й групп и объясняется нарушением релаксации миокарда левого желудочка ввиду наличия гипертонической болезни. Одновременно диастолическая дисфункция правых отделов сердца наиболее выражена при сочетании гипертонической болезни с воздействием вредного производственного фактора. Среднее значение показателя E/A транскуспидального потока пациентов 1-й группы составило $1,24 \pm 0,21$, что статистически значимо ниже, чем в 1-й и 3-й группах.

Авторами установлено снижение показателя продольной сократимости правого желудочка TAPSE менее 17 мм в обеих исследуемых группах среди пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями вне зависимости от воздействия вредного производственного фактора, что свидетельствует о развитии его систолической дисфункции.

В научной литературе разносторонне описано и изучено влияние вредных производственных факторов на развитие и течение хронических бронхолегочных заболеваний. Прослеживается четкая тенденция к увеличению частоты встречаемости хронического бронхита, токсического пневмосклероза и ХОБЛ, легочной гипертензии с увеличением стажа работы в производственных цехах [5]. Достигнутое в последние годы глубокое понимание механизмов формирования повреждения сердца при хронических заболеваниях легких и легочной гипертензии указывает на ключевую роль дисфункции ПЖ в случаях наиболее тяжелого течения этих состояний [6]. При длительно существующей венозной легочной гипертензии происходит повреждение эндотелиального слоя капиллярного русла и повышение сосудистого сопротивления в малом круге кровообращения. Вышеописанные механизмы формируют прекапиллярный компонент легочной гипертензии (ЛГ). В дальнейшем повышение давления и сосудистого сопротивления малого круга кровообращения приводят к перегрузке ПЖ постнагрузкой и формированию систолической дисфункции ПЖ [7].

Ультразвуковое исследование сердца широко применяется в клинической практике для оценки ремоделирования и дисфункции правых отделов сердца. Данный метод исследования позволяет выявить у пациентов гипертрофию, дилатацию и дисфункцию ПЖ на ранних этапах формирования хронического легочного сердца [8; 9].

Согласно исследованию систолической дисфункции правого желудочка как предиктора неблагоприятного исхода, проведенному группой авторов (Голухова Е.З. и соавторы) в 2020 г., точкой разделения явилась TAPSE 18 мм, также было выявлено, что увеличение СДЛА на 1 мм рт. ст. сопровождалось увеличением рисков летального исхода на 8,6%, объема ПП на 1 мл/м^2 - на 5,8%, а увеличение TAPSE на 1% приводило к снижению рисков неблагоприятного исхода на 13,4% [10].

В научной публикации 2023 года авторов Мареева В.А., Клименко А.А., Шостак Н.А. в исследовании, посвященном трудностям оценки прогноза и возможным решениям при хронической сердечной недостаточности и легочной гипертензии, показана роль сокращения свободной стенки левого желудочка, а также межжелудочковой перегородки в приросте систолического давления и увеличении объема оттока крови из правого желудочка после его хирургической изоляции [2], что демонстрирует наличие сложных взаимосвязанных механизмов между желудочками сердца и обуславливает необходимость оценки правых отделов сердца [11; 12].

В 2019 г. группой авторов (Menachem J.N. и соавторы) при исследовании выживаемости после трансплантации среди взрослых с врожденным пороком сердца с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ) после катетеризации правых отделов сердца (КПОС) показана связь ПЖАС (правожелудочково-артериальное сопряжение - Right Ventricular-Pulmonary Arterial Coupling) с параметрами, отражающими дисфункцию правого желудочка у пациентов с ЛГ [13]. В настоящее время в качестве более простого и удобного эхокардиографического (ЭхоКГ) показателя, который отражает работу правых отделов сердца, используется амплитуда систолического движения кольца трикуспидального клапана (TAPSE). Данный параметр показывает продольную экскурсию латерального кольца трехстворчатого клапана к верхушке сердца. Установлено, что чем ниже уровень TAPSE у пациентов с сердечной недостаточностью, даже при условии сохранной ФВ, тем выше показатели сердечно-сосудистой смертности [14]. Авторами настоящего исследования было выявлено снижение показателя TAPSE у обследуемых пациентов, более выраженное при наличии воздействия вредных производственных факторов.

Вместе с тем легочная гипертензия может отражать постнагрузку на правый желудочек, и для ее оценки необходимо определение систолического давления в легочной артерии (СДЛА) [15]. Отношение TAPSE/СДЛА отражает взаимодействие в системе «ПЖ-ЛА» и в литературе часто обозначается как правожелудочково-артериальное сопряжение (ПЖАС). Расчёт ПЖАС показывал высокую корреляцию результатов, полученных неинвазивным (ЭхоКГ) и инвазивным (катетеризация правых отделов сердца - КПОС) методами [16]. В исследовании К. Tello и соавт., среди параметров ЭхоКГ и МРТ, TAPSE/СДЛА был единственным независимым предиктором смертности и частоты госпитализаций, статистически значимо коррелирующим с показателем E/A, полученным при КПОС, в группе пациентов с разными формами ЛГ [7; 12].

При оценке диастолической дисфункции левых и правых отделов сердца у работников промышленного предприятия и группы сравнения по соотношению пиков E и A выявлено наличие диастолической дисфункции не только левого, но и правого желудочка, причем на

раннем этапе формирования структурных изменений диастолическая дисфункция правых отделов предшествует развитию диастолической дисфункции левых отделов.

Таким образом, проведенное авторами настоящей статьи исследование показало, что у работников коксопроизводства при наличии воздействия ВФ первоначально в процесс вовлекаются правые отделы сердца с развитием диастолической дисфункции, затем левые отделы сердца с диастолической дисфункцией по типу нарушения релаксации ЛЖ, снижением КДО и УО вследствие снижения преднагрузки. При этом причинно-следственная связь структурно-функциональных изменений сердца напрямую зависит от вредности реализуемой работы.

Заключение. Вредные факторы производства оказывают влияние на структурно-функциональные изменения не только левых, но и правых отделов сердца. Отмечается причинно-следственная связь между влиянием вредного фактора производства и развитием систолической и диастолической дисфункции правого желудочка до развития клинически значимых симптомов. Причем на этапе формирования структурно-функциональных изменений сердца сначала развивается диастолическая дисфункция правых и только потом левых камер сердца.

Список литературы

1. Guazzi M., Dixon D., Labate V., Labate V., Beussink-Nelson L., Bandera F., Cuttica M.J., Shah S.J. RV Contractile Function and its Coupling to Pulmonary Circulation in Heart Failure With Preserved Ejection Fraction Stratification of Clinical Phenotypes and Outcomes // JACC Cardiovasc Imaging. 2017. Т.10 (10). P. 1211-21. DOI:10.1016/j.jcmg.2016.12.024.
2. Мареева В.А., Клименко А.А., Шостак Н.А. Хроническая сердечная недостаточность и легочная гипертензия: трудности оценки прогноза и возможные решения // Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии. 2023. Т.19 (1). P. 71-76. DOI:10.20996/1819-6446-2023-01-01.
3. Jung Y.H., Ren X., Suffredini G. Right ventricular diastolic dysfunction and failure: a review // Heart Failure Review. 2021. Vol. 1. Is. 27. P. 1-14. DOI: 10.1007/s10741-021-10123-8.
4. Sydykov A., Mamazhakypov A., Petrovic A., Kosanovic D., Sarybaev A.S., Weissmann N., Ghofrani H.A., Schermuly R.T. Inflammatory Mediators Drive Adverse Right Ventricular Remodeling and Dysfunction and Serve as Potential Biomarkers // Front Physiol. 2018 Vol. 23. Is. 9. P. 609. DOI: 10.3389/fphys.2018.00609.
5. Мясников И.О., Кизеев А.Н. Обзор рисков развития профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний у работников горно-металлургических

предприятий в АЗРФ // Российская Арктика. 2024. Т. 6 (3). С. 26-42. DOI:10.24412/2658-4255-2024-3-26-42.

6. Беккер К.Н., Мишланов В.Ю., Каткова А.В., Кошурникова Е.П., Сыромятникова Л.И. Распространенность сердечно-сосудистой патологии у больных с различными фенотипами хронической обструктивной болезни легких // Вестник современной клинической медицины. 2019. Т. 12 (1). С. 24-30. DOI: 10.20969/VSKM.2019.12(1).24-30 EDN: YYKDXV.

7. Мишланов В.Ю., Кошурникова Е.П., Верма Ш. Ранняя диагностика декомпенсации хронической сердечной недостаточностью. В сборнике: 100-летие Пермского медицинского журнала // Материалы конференции с международным участием, посвященной 100-летию "Пермского медицинского журнала". Пермь, 2023. С. 233-238. EDN: VCCLW

8. Никитин А.Э., Черешнев В.А., Мишланов В.Ю., Кошурникова Е.П., Шубин И.В., Каткова А.В., Залаева А.Б., Эргашева У.П., Санникова А.Ю. // Особенности изменения показателей эхокардиографии у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких и артериальной гипертензией // Клиническая медицина. 2018. Т. 96 (12). С. 1088-1093. DOI: 10.34651/0023-2149-2018-96-12-1088-1093. EDN: MTWOWG eLIBRARY ID: 49392869

9. Мишланов В.Ю., Кошурникова Е.П., Эргашева У.П. Особенности показателей эхокардиографии у пациентов с коморбидностью бронхиальной астмы и гипертонической болезни // Вестник современной клинической медицины. 2023. Т. 16 (1). С. 47-51. DOI: 10.20969/VSKM.2023.16(1).47-51.

10. Голухова Е.З., Сливнева И.В., Рыбка М.М., Мамалыга М.Л., Марапов Д.И., Ключников И.В., Антонова Д.Е., Дибин Д.А. Систолическая дисфункция правого желудочка как предиктор неблагоприятного исхода у пациентов с COVID-19 // Кардиология. 2020. Т. 60 (11). С. 16-29. DOI: 10.18087/cardio.2020.11.n1303.

11. Галявич А.С., Терещенко С.Н., Ускач Т.М., Агеев Ф.Т., Аронов Д.М., Арутюнов Г.П., Беграмбекова Ю.Л., Беленков Ю.Н., Бойцов С.А., Бубнова М.Г., Васюк Ю.А., Виллевалде С.В., Виноградова Н.Г., Гарганеева А.А., Гендлин Г.Е., Гиляревский С.Р., Глезер М.Г., Готье С. В., Гринштейн Ю.И., Довженко Т.В., Драпкина О.М., Дупляков Д.В., Жиров И.В., Затейщиков Д.А., Звартау Н.Э., Иртюга О.Б., Кобалава Ж.Д., Козиолова Н.А., Коротеев А.В., Либис Р.А., Лопатин Ю.М., Мареев В.Ю., Мареев Ю.В., Мацкеплишвили С.Т., Михайлов Е.Н., Насонова С.Н., Нарусов О.Ю., Недогода С.В., Недошивин А.О., Овчинников А.Г., Орлова Я.А., Перепеч Н.Б., Погосова Н.В., Римская Е.М., Самко А.Н., Саидова М.А., Сапельников О.В., Сафиуллина А.А., Ситникова М.Ю., Скворцов А.А., Скибицкий В.В., Стукалова О.В., Тарловская Е.И., Терещенко А.С., Чесникова А.И., Федотов П.А., Фомин И.В., Хасанов Н.Р., Шевченко А.О., Шапошник И.И., Шария М.А., Шляхто Е.В., Явелов И.С., Якушин С.С. Хроническая сердечная недостаточность.

Клинические рекомендации 2024 // Российский кардиологический журнал. 2024. Т. 29 (11). С. 251-349. DOI: 10.15829/1560-4071-2024-6162.

12. Мишланов В.Ю., Кошурникова Е.П., Золотовская Е.А. Дополнительные критерии дифференциальной диагностики обострения хронической обструктивной болезни легких и острой декомпенсированной хронической сердечной недостаточности // Профилактическая медицина. 2024. Т. 27 (11). С. 102-107. DOI: 10.17116/profmed202427111102.

13. Menachem J.N., Lindenfeld J., Schlendorf K., Shah A.S., Bichell D.P., Book W., Brinkley D.M., Danter M., Frischhertz B., Keebler M., Kogon B., Mettler B., Rossano J., Sacks S.B., Young T., Wigger M., Zalawadiya S. Center volume and post-transplant survival among adults with congenital heart disease // J Heart Lung Transplant. 2018. Vol. 37 (11). P. 1351-1360. DOI: 10.1016/j.healun.2018.07.007.

14. Tello K., Dalmer A., Axmann J., Vanderpool R., Ghofrani H., Naeije R., Roller F., Seeger W., Sommer N, Wilhelm J, Gall H, Richter M. Reserve of Right Ventricular-Arterial Coupling in the Setting of Chronic Overload // Circ Heart Fail. 2019. Vol. 12 (1). P. e005512. DOI: 10.1161/circheartfailure.118.005512.

15. Bhama J.K., Kormos R.L., Toyoda Y., Teuteberg J.J., McCurry K.R., Siegenthaler M.P. Clinical experience using the Levitronix CentriMag system for temporary right ventricular mechanical circulatory support // J Heart Lung Transplant. 2009. Vol. 28 (9). P. 971-6. DOI: 10.1016/j.healun.2009.04.015.

16. Zakeri R., Mohammed S.F. Epidemiology of Right Ventricular Dysfunction in Heart Failure with Preserved Ejection Fraction // Current Heart Failure Reports. 2015. Vol. 5 (12). P. 295-301. DOI: 10.1007/s11897-015-0267-3.