

Влияние взаимодействия правого желудочка и системы легочной артерии на развитие неблагоприятных исходов при острой декомпенсации хронической сердечной недостаточности

М.Р. Исламова^{✉1}, А.Ф. Сафарова^{1,2}, Ж.Д. Кобалава²

¹Университетская клиническая больница имени В.В. Виноградова (филиал) ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», Москва, Россия;

²ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», Москва, Россия

Аннотация

Цель. Определить частоту и прогностическое значение разобщения правого желудочка и легочной артерии (ЛА) в развитии сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с острой декомпенсацией хронической сердечной недостаточности (ОДХСН).

Материалы и методы. В проспективное одноцентровое наблюдательное исследование включен 171 пациент с ОДХСН. За нарушение правожелудочково-артериального сопряжения (ПЖАС) принимали значение отношения показателя TAPSE (tricuspid annular plane systolic excursion – амплитуда систолического движения кольца трикуспидального клапана) к систолическому давлению в ЛА < 0,36 мм/мм рт. ст. по данным двухмерной эхокардиографии.

Результаты. Частота развития разобщения ПЖАС в общей популяции пациентов с ОДХСН составила 67,2% ($n=129$). Пациенты с разобщением ПЖАС характеризовались более тяжелым клиническим статусом. Разобщение ПЖАС ассоциировали с мужским полом (отношение шансов – ОШ 2,6, 95% ДИ 1,35–5,04; $p=0,004$), инфарктом миокарда (ОШ 2,06, 95% ДИ 1,04–4,09; $p=0,037$) и острым нарушением мозгового кровообращения в анамнезе (ОШ 10,89, 95% ДИ 1,42–83,55; $p=0,005$). По данным эхокардиографии выявлены более выраженные нарушения структурно-функциональных параметров правых и левых отделов сердца, более высокий показатель систолического давления в ЛА. При ишемической болезни сердца шанс разобщения ПЖАС увеличивался в 2,85 раза (95% ДИ 0,99–8,23; $p=0,053$), при сахарном диабете – в 4,31 раза (95% ДИ 1,19–15,56; $p=0,026$). С увеличением диаметра нижней полой вены на единицу шанс патологии возрастал в 9,49 раза (95% ДИ 2,17–41,40; $p=0,003$), а при увеличении поперечного размера правого предсердия на единицу – в 2,83 раза (95% ДИ 1,28–6,26; $p=0,010$). У пациентов с разобщением ПЖАС наблюдали более высокие показатели плотности печени по данным непрямой фиброзластометрии печени, сниженные показатели активного и реактивного сопротивления по данным биоимпедансного векторного анализа, независимо от наличия дисфункции правого желудочка. Выявлено влияние разобщения ПЖАС на общую госпитализацию и по поводу ОДХСН.

Заключение. Высокая частота, клинические ассоциации и прогностическое значение разобщения ПЖАС свидетельствуют о целесообразности оценки ПЖАС у пациентов с ОДХСН.

Ключевые слова: правожелудочково-артериальное сопряжение, разобщение правого желудочка и легочной артерии, острая декомпенсация хронической сердечной недостаточности

Для цитирования: Исламова М.Р., Сафарова А.Ф., Кобалава Ж.Д. Влияние взаимодействия правого желудочка и системы легочной артерии на развитие неблагоприятных исходов при острой декомпенсации хронической сердечной недостаточности. Терапевтический архив. 2025;97(3):234–241. DOI: 10.26442/00403660.2025.03.203135

© ООО «КОНСИЛИУМ МЕДИКУМ», 2025 г.

Введение

У пациентов с острой декомпенсацией хронической сердечной недостаточности (ОДХСН) определение предикторов неблагоприятного течения способствует адекватной оценке состояния больного и его дальнейшего ведения, прогнозированию развития сердечно-сосудистых осложнений и смерти. Определение маркеров неблагоприятного прогноза приобретает особое значение у пациентов

с резистентной ХСН, лечение которых не всегда приводит к положительной динамике. В связи с этим ведется поиск новых и в то же время простых в оценке показателей, имеющих прогностическое значение.

В мировой и отечественной литературе продемонстрирована роль дисфункции правого желудочка (ДПЖ) в развитии таких неблагоприятных событий, как смерть и госпитализации по поводу ОДХСН и других сердеч-

Информация об авторах / Information about the authors

✉ **Исламова Мадина Рахметовна** – канд. мед. наук, врач функциональной диагностики отделения ультразвуковых и функциональных методов исследования УКБ им. В.В. Виноградова (филиал) ФГАОУ ВО РУДН. E-mail: imr09@mail.ru

Сафарова Айтэн Фуад-кызы – д-р мед. наук, врач ультразвуковой диагностики отделения ультразвуковых и функциональных методов исследования УКБ им. В.В. Виноградова (филиал) ФГАОУ ВО РУДН, проф. каф. внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики им. акад. В.С. Моисеева Института клинической медицины МИ РУДН

Кобалава Жанна Давидовна – чл.-кор. РАН, д-р мед. наук, проф., зав. каф. внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики им. акад. В.С. Моисеева Института клинической медицины МИ РУДН

✉ **Madina R. Islamova.** E-mail: imr09@mail.ru; ORCID: 0000-0002-1951-0890

Ayten F. Safarova. ORCID: 0000-0003-2412-5986

Zhanna D. Kobalava. ORCID: 0000-0002-5873-1768

The influence of the interaction of right ventricle and pulmonary artery system on the development of adverse outcomes in acute decompensation of chronic heart failure

Madina R. Islamova^{✉1}, Ayten F. Safarova^{1,2}, Zhanna D. Kobalava²

¹University Medical Center named after Vladimir Vinogradov, branch of Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia;

²Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

Abstract

Aim. To determine the frequency and prognostic significance of right ventricular-pulmonary artery (RV-PA) uncoupling, in the development of cardiovascular complications in patients with acute decompensation of chronic heart failure (ADCHF).

Materials and methods. The prospective single-center observational study included 171 patients with ADCHF. Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion (TAPSE)/PA systolic pressure <0.36 mm/mmHg by 2D echocardiography was used as the indicator of the right ventricular-pulmonary artery RV-PA uncoupling.

Results. The incidence of RV-PA uncoupling in the general population of patients with ADCHF was 67.2% ($n=129$). Patients with RV-PA uncoupling had a more severe clinical status. RV-PA uncoupling was associated with male sex (odds ratio, OR 2.6, 95% CI 1.35–5.04; $p=0.004$), myocardial infarction (OR 2.06, 95% CI 1.04–4.09; $p=0.037$), and a history of cerebrovascular accident (OR 10.89, 95% CI 1.42–83.55; $p=0.005$). Echocardiography showed more pronounced deviations in the structural and functional parameters of the right and left heart compartments and a higher PA systolic pressure. In ischemic heart disease, the risk of RV-PA uncoupling increased 2.85 times (95% CI 0.99–8.23; $p=0.053$), and in diabetes mellitus, it increased 4.31 times (95% CI 1.19–15.56; $p=0.026$). With an increase in the diameter of the inferior vena cava per unit, the risk of RV-PA uncoupling increased 9.49 times (95% CI 2.17–41.40; $p=0.003$), and with an increase in the transverse size of the right atrium, it increased 2.83 times (95% CI 1.28–6.26; $p=0.010$). In patients with RV-PA uncoupling, higher liver density was identified using transient elastography and reduced active and reactive resistance using bioimpedance vector analysis, regardless of right ventricular dysfunction. The effect of the RV-PA uncoupling on the overall hospitalization rate and related to ADCHF was shown.

Conclusion. The high frequency, clinical association, and prognostic significance of RV-PA uncoupling support RV-PA assessment in patients with ADCHF.

Keywords: right ventricular-pulmonary artery coupling, right ventricular-pulmonary artery decoupling, acute decompensation of chronic heart failure

For citation: Islamova MR, Safarova AF, Kobalava ZhD. The influence of the interaction of right ventricle and pulmonary artery system on the development of adverse outcomes in acute decompensation of chronic heart failure. *Terapevticheskii Arkhiv (Ter. Arkh.)*. 2025;97(3):234–241. DOI: 10.26442/00403660.2025.03.203135

но-сосудистых событий [1–5]. Широко доступным и относительно простым в использовании исследованием для оценки ПЖ является эхокардиография (ЭхоКГ). Однако ограничения визуализации ввиду анатомического строения ПЖ затрудняют полную оценку всех структурных и функциональных показателей ПЖ [6].

Соответственно, возникает потребность в поиске простого и в то же время важного с патофизиологической точки зрения параметра функции ПЖ, имеющего клиническое и прогностическое значение у данной категории пациентов. Одним из таких параметров может являться косвенный показатель правожелудочково-артериального сопряжения (ПЖАС), который оценивают при ЭхоКГ как TAPSE/СДЛА, где TAPSE (Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion) – амплитуда систолического движения кольца трикуспидального клапана, СДЛА – систолическое давление в легочной артерии (ЛА). Как известно, ПЖ напрямую взаимодействует с ЛА с образованием единой кардиопульмональной системы. Разобщение данной системы приводит к развитию правожелудочковой СН [7–11]. Показатель ПЖАС представляет собой взаимосвязь между сократимостью ПЖ и постнагрузкой, где TAPSE – косвенный параметр сократимости ПЖ, а СДЛА – постнагрузка. Объективным показателем ПЖАС является соотношение между желудочковым эластансом (Ees), как мерой сократимости, и артериальным эластансом (Ea), как мерой постнагрузки, которые определяют инвазивно с помощью катетеризации правых отделов сердца (рис. 1) [12, 13]. Однако данный метод требует госпитализации, является дорогостоящим и сложным для динамической оценки.

Цель исследования – определение частоты и прогностического значения разобщения ПЖАС в развитии сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с ОДХСН.

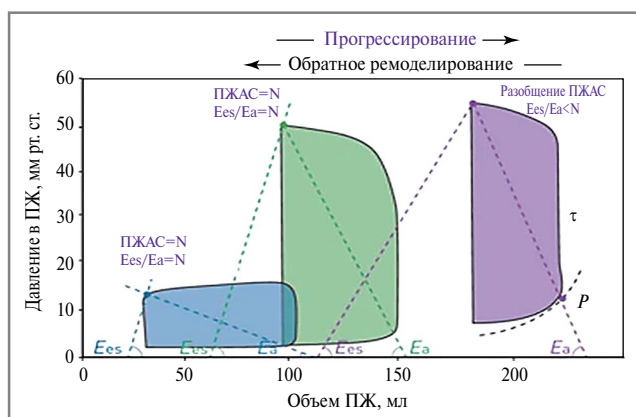


Рис. 1. Анализ петли давление – объем ПЖ, динамика изменения при разобщении ПЖАС (адапт. по [13]).

Fig. 1. Right ventricular (RV) pressure–volume analysis, dynamics of change in RV-PA uncoupling (adapted by [13]).

Материалы и методы

В проспективное одноцентровое наблюдательное исследование включен 171 пациент с ОДХСН, которые госпитализированы в Центр сердечной недостаточности на базе УКБ им. В.В. Виноградова (филиал) ФГАОУ ВО РУДН (табл. 1).

Критерии исключения: заболевания легких, тяжелые соматические заболевания, острый коронарный синдром, тяжелые клапанные пороки, иммобилизация пациентов.

Исследование выполнено в соответствии с положениями Хельсинкской декларации. При поступлении в стационар все пациенты подписали информированное согласие, которое одобрено локальным этическим комитетом.

Таблица 1. Клинико-демографическая и лабораторная характеристика пациентов с ОДХСН (n=171)**Table 1. Clinical, demographic and laboratory characteristics of patients with acute decompensation of chronic heart failure (ADCHF) (n=171)**

Показатель	Значение
Мужчины, абс. (%)	88 (51,5)
Возраст, лет	70 [62; 80]
Индекс массы тела, кг/м ²	36,9 [32; 39,7]
Курение, абс. (%)	35 (20,6)
<i>ФК ХСН по классификации NYHA, абс. (%)</i>	
II	14 (8,2)
III	88 (51,4)
IV	69 (40,4)
ЧСС, уд/мин	80 [70; 97]
Систолическое АД/диастолическое АД, мм рт. ст.	133±24/76±13
ШОКС, баллы	7 [6; 9]
ФВ ЛЖ, абс. (%)	
<40%	71 (41,5)
40–50%	37 (21,6)
>50%	63 (36,8)
<i>Сопутствующие заболевания, абс. (%)</i>	
Артериальная гипертензия	159 (93)
ИБС	99 (58,2)
ИМ	68 (39,8)
ОНМК в анамнезе	20 (11,7)
СД	63 (36,8)
ФП	108 (63,2)
Хроническая болезнь почек	111 (65,7)
<i>Лабораторные показатели</i>	
Креатинин, мкмоль/л	105,0 [86,0; 126,4]
СКФ, мл/мин/1,73 м ²	54,2 [44,1; 67,8]
Мочевая кислота, мкмоль/л	456±164
Глюкоза, ммоль/л	6,4±2,2
АЛТ, ед/л	21,0 [14,9; 34,4]
АСТ, ед/л	25,5 [19,3; 36,0]
Общий билирубин, мкмоль/л	18,4 [11,7; 28,2]
NT-proBNP, пг/мл	1683 [830; 2944]
Общий холестерин, ммоль/л	3,85±1,12

Примечание. Здесь и далее в табл. 2–4: количественные переменные, соответствующие нормальному распределению, представлены в виде среднего арифметического (*M*) и стандартного отклонения (*SD*), ранговые и не соответствующие нормальному распределению – в виде медианы (*Me*) и квартилей [*Q1*; *Q3*]. ФК – функциональный класс, NYHA – Нью-Йоркская ассоциация сердца, ЧСС – частота сердечных сокращений, ШОКС – шкала оценки клинического состояния, ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения, СКФ – скорость клубочковой фильтрации, АЛТ – аланинаминотрансфераза, АСТ – аспартатаминотрансфераза.

Таблица 2. ЭхоКГ-характеристика пациентов с ОДХСН**Table 2. Echocardiographic characteristics of patients with ADCFH**

Показатель	Значение
<i>Двухмерная ЭхоКГ (ЛП, ЛЖ), n=171</i>	
КДО ЛЖ, мл	129,6±65,8
КСО ЛЖ, мл	70 [46; 116]
ФВ ЛЖ, %	44 [30; 55]
ИММЛЖ, г/м ²	128,3 [100,3; 151,5]
ИОЛП, мл/м ²	44,9 [36,3; 57]
GLS ЛЖ, %	-7,6 [-13,0; -4,4]
E/e'	9,5±4,9
<i>Трехмерная ЭхоКГ (ЛЖ), n=171</i>	
GLS ЛЖ, %	-8,8±5,7
<i>Двухмерная ЭхоКГ (ПЖ, ПП), n=171</i>	
TAPSE, мм	15,4±4,7
S', см/с	10,4±3,6
ФИП ПЖ	0,29±0,11
Деформация свободной стенки ПЖ, %	-14,3±6,8
GLS ПЖ, %	-11,5±5,7
ПЖ, базальный размер, см	4,20±0,81
ПЖ, срединный размер, см	3,09±0,78
ПП, поперечный размер, см	4,67±0,94
ПП, продольный размер, см	5,6 [5,2; 6,4]
Объем ПП, мл	83,8±40,4
СДЛА, мм рт. ст.	51,2±17,3
<i>Трехмерная ЭхоКГ (ПЖ), n=121</i>	
КДО ПЖ, мл	87 [62; 114]
КСО ПЖ, мл	51 [33; 72]
ФВ ПЖ, %	40,05±12,72
GLS ПЖ, %	-11,1±6,3

Примечание. Здесь и далее в табл. 4: КДО – конечный диастолический объем, КСО – конечный систолический объем, ИММ – индекс массы миокарда, ИОЛП – индекс объема ЛП, GLS – глобальная продольная деформация, E/e' – отношение ранней диастолической скорости трансмитрального (транстрикуспидального) кровотока и ранней диастолической скорости движения латеральной части митрального (трикуспидального) кольца, S' – пиковая систолическая скорость движения фиброзного кольца трикуспидального клапана, ФИП ПЖ – фракционное изменение площади ПЖ, КДО ПЖ – конечный диастолический объем ПЖ, КСО ПЖ – конечный систолический объем ПЖ, GLS ПЖ – глобальная продольная деформация ПЖ.

Всем пациентам при поступлении выполняли двух-, трехмерную ЭхоКГ (VIVID E90, GE Healthcare). Дополнительно оценивали функциональные характеристики ПЖ в трехмерном режиме с последующей обработкой с помощью станции EchoPac (США) в автономном режиме (табл. 2).

ПЖАС рассчитывали как отношение TAPSE к СДЛА по данным двухмерной ЭхоКГ. За нарушение ПЖАС принимали значение TAPSE/СДЛА<0,36 мм/мм рт. ст. (рис. 2) [14, 15].

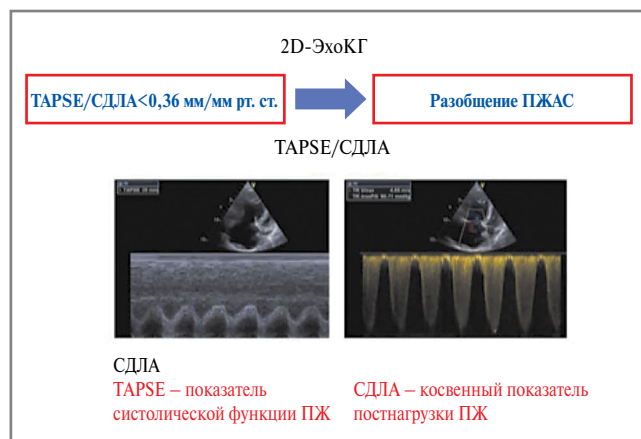


Рис. 2. Критерии разобщения ПЖАС.

Fig. 2. Criteria for RV-PA uncoupling.

Оценку статуса гидратации проводили с помощью биоимпедансного векторного анализа (БИВА) с использованием серийного биоимпедансного анализатора ABC-01 «Медасс» (Россия). Определяли активное сопротивление R, субстратом которого являются клеточная и внеклеточная жидкость, а также реактивное сопротивление Xc, субстратом которого – клеточные мембраны. Снижение сопротивления отражало повышение статуса гидратации.

С целью оценки плотности печени выполняли непрямую фиброэластометрию (НФЭМ) на аппарате FibroScan® 502 touch (Echosens, Франция) по стандартной методике. Плотность печени выражали в килопаскалях (кПа).

Период наблюдения составил 1 год. За конечные точки принимали госпитализацию по поводу ОДХСН, общую госпитализацию, смерть от ОДХСН, смерть от всех причин, комбинированную конечную точку.

Пациентов разделили на 2 группы в зависимости от наличия разобщения ПЖАС.

Статистический анализ выполняли в программе SPSS Statistics, версия 26.0 (IBM, США). Проверку на нормальность распределения осуществляли с помощью критерия W Шапиро-Уилка, анализа эксцесса и асимметрии. Количественные переменные, соответствующие нормальному распределению, представлены в виде среднего арифметического (M) и стандартного отклонения (SD). Ранговые, а также не соответствующие нормальному распределению переменные приведены в виде медианы (Me) и квартилей [Q1; Q3]. Различия между количественными переменными оценивали с помощью t-теста Стьюдента, U-теста Манна-Уитни, а в случае нескольких групп сравнения – с помощью многофакторного дисперсионного анализа Фишера и H-критерия Краскела-Уоллиса. Номинальные данные представлены в виде абсолютных и относительных значений. Различия номинальных переменных в таблицах сопряженности оценивали с помощью хи-квадрата Пирсона и точного критерия Фишера. Построение прогностической модели выполняли с помощью бинарной логистической регрессии с пошаговым исключением на основании статистики Вальда. Анализ выживаемости осуществлен с помощью построения кривых Каплана-Мейера и оценки различий с применением лог-рангового критерия. Влияние независимых предикторов на исход оценивали с помощью регрессионного анализа Кокса. Критический уровень статистической значимости принят $p < 0,05$.

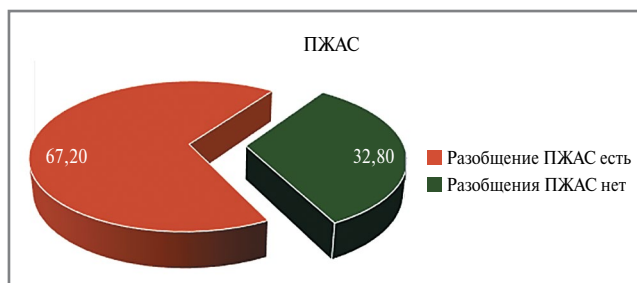
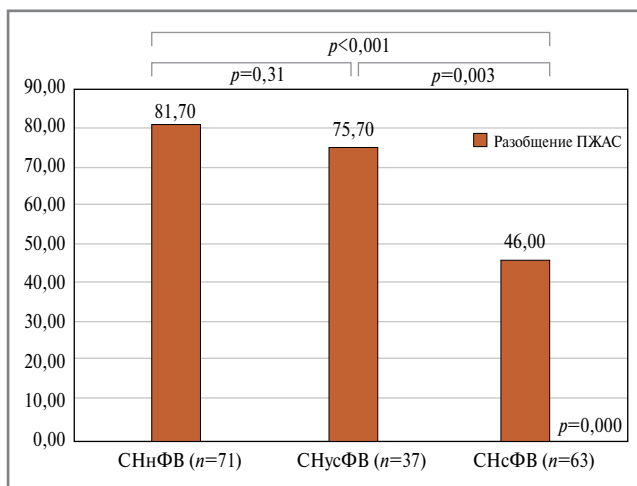
Рис. 3. Частота разобщения ПЖАС в общей популяции пациентов ($n=171$), %.Fig. 3. The prevalence of RV-PA uncoupling in the general population of patients ($n=171$), %.

Рис. 4. Частота разобщения ПЖАС в зависимости от ФВ ЛЖ.

Примечание. СНнФВ – СН с низкой ФВ, СНусФВ – СН с умеренно сниженной ФВ, СНсФВ – СН с сохраненной ФВ.

Fig. 4. The prevalence of RV-PA uncoupling depending on LVEF.

Результаты

Частота разобщения ПЖАС в общей популяции пациентов с ОДХСН составила 67,2% ($n=129$); **рис. 3**. Более высокая распространенность разобщения ПЖАС отмечена у пациентов с ХСН с низкой фракцией выброса – ФВ (81,7%); **рис. 4**.

Сравнительная характеристика пациентов с ОДХСН в зависимости от ПЖАС представлена в **табл. 3**.

Пациенты с разобщением ПЖАС имели более тяжелый клинический статус (более высокий функциональный класс ХСН и высокие балльные оценки по шкале оценки клинического состояния), более низкие показатели систолического артериального давления – АД), более высокие уровни N-концевого фрагмента предшественника натрийуретического пептида (NT-proBNP), мочевого кислоты, чаще встречалась фибрилляция предсердий (ФП). Разобщение ПЖАС ассоциировали с мужским полом (отношение шансов – ОШ 2,6, 95% доверительный интервал – ДИ 1,35–5,04; $p=0,004$), инфарктом миокарда – ИМ (ОШ 2,06, 95% ДИ 1,04–4,09; $p=0,037$) и ОНМК в анамнезе (ОШ 10,89, 95% ДИ 1,42–83,55; $p=0,005$).

По данным ЭхоКГ наблюдали более высокие показатели размеров ПЖ и правого предсердия (ПП), объемов ЛЖ и левого предсердия (ЛП), низкие показатели ФВ левого желудочка (ЛЖ) и систолической функции ПЖ. СДЛА было статистически значимо выше у пациентов с разобщением ПЖАС (**табл. 4**).

Таблица 3. Клинико-демографическая и лабораторная характеристика в зависимости от ПЖАС

Table 3. Clinical, demographic and laboratory characteristics depending on RV-PA uncoupling

Показатель	Разобщение ПЖАС, n=115	Нет разобщения ПЖАС, n=56	p
Мужчины, абс. (%)	68 (59,1)	20 (35,7)	0,004
Возраст, лет	68 [62; 79]	75 [63; 82]	0,115
ФК ХСН по NYHA, абс. (%)			
II	6 (5,2)	7 (12,5)	0,031
III	52 (45,2)	36 (64,3)	0,019
IV	57 (49,6)	13 (23,2)	0,002
ЧСС, уд/мин	85 [74; 100]	75 [64; 83]	0,001
Систолическое АД/диастолическое АД, мм рт. ст	129±33/77±13	141±26/75±12	0,002/0,373
ШОКС, баллы	8 [6; 9]	6 [5; 8]	0,001
Сопутствующие заболевания, абс. (%)			
Артериальная гипертензия	107 (93,0)	52 (92,9)	0,964
ИМ	52 (45,2)	16 (28,6)	0,037
ОНМК	19 (16,5)	1 (1,8)	0,005
СД	48 (41,7)	15 (26,8)	0,057
ФП	91 (70,5)	17 (40,5)	<0,001
Лабораторные показатели			
Креатинин, мкмоль/л	107 [89;134]	97 [82,5; 114]	0,032
СКФ, мл/мин/1,73 м ²	52,96 [43,55; 66,38]	55,33 [44,28; 68,21]	0,423
Мочевая кислота, мкмоль/л	485,49±173,40	391,91±122,43	0,003
Общий билирубин, мкмоль/л	20,27 [13,23; 27,82]	15,07 [8,80; 32,50]	0,043
NT-proBNP, пг/мл	1841 [1081; 3330]	1167 [286; 2102]	0,001

Предикторами разобщения ПЖАС являлись ишемическая болезнь сердца (ИБС), сахарный диабет (СД) в анамнезе, увеличение диаметра нижней полой вены (НПВ), поперечного размера ПП. При ИБС шанс разобщения ПЖАС увеличивался в 2,85 раза (95% ДИ 0,99–8,23; $p=0,053$), при СД – в 4,31 раза (95% ДИ 1,19–15,56; $p=0,026$). С увеличением диаметра НПВ на единицу шанс патологии возрастал в 9,49 раза (95% ДИ 2,17–41,40; $p=0,003$), а при увеличении поперечного размера ПП на единицу – в 2,83 раза (95% ДИ 1,28–6,26; $p=0,010$); **табл. 5**.

У пациентов с разобщением ПЖАС наблюдали более выраженные застойные явления по данным инструментального обследования (более высокие показатели плотно-

Таблица 4. ЭхоКГ-характеристика пациентов с ОДХСН в зависимости от ПЖАС

Table 4. Echocardiographic characteristics of patients with ADCHF depending on RV-PA uncoupling

Показатель	Разобщение ПЖАС, n=115	Нет разобщения ПЖАС, n=56	p
Двухмерная ЭхоКГ (ЛП, ЛЖ), n=171			
КДО ЛЖ, мл	140,16±70,27	107,80±49,24	0,001
КСО ЛЖ, мл	82 [51,5; 130]	48 [36; 81]	<0,001
ФВ ЛЖ, %	40 [29; 50]	53 [40; 57]	<0,001
ИОЛП, мл/м ²	46,9 [38,7; 62,8]	42,1 [31,1; 53,8]	0,048
Трехмерная ЭхоКГ (ЛЖ), n=171			
GLS, %	-7,94±5,40	-10,31±5,91	0,044
Двухмерная ЭхоКГ (ПЖ, ПП), n=171			
TAPSE, мм	13,4±3,3	19,6±4,3	<0,001
S ₂ , см/с	9,12±2,82	12,97±3,72	<0,001
ФИП ПЖ	0,26±0,09	0,36±0,13	<0,001
Деформация свободной стенки ПЖ, %	-12,43±5,94	-18,02±6,84	<0,001
GLS, %	-10,04±4,61	-14,54±6,64	<0,001
ПЖ, базальный размер, см	4,41±0,75	3,76±0,76	<0,001
ПЖ, срединный размер, см	3,27±0,76	2,72±0,68	<0,001
ПП, поперечный размер, см	4,96±0,88	4,09±0,79	<0,001
ПП, продольный размер, см	6,0 [5,5; 6,6]	5,2 [4,7; 5,5]	<0,001
Объем ПП, мл	96,22±37,67	56,63±32,44	<0,001
Давление в ПП, мм рт. ст.	20 [20; 20]	10 [5; 20]	<0,001
СДЛА, мм рт. ст.	58,70±13,99	35,93±12,95	<0,001
Диаметр НПВ, см	2,47±0,42	1,94±0,46	<0,001
Трехмерная ЭхоКГ (ПЖ), n=121			
КДО ПЖ, мл	94 [70; 119]	64 [56; 102]	0,010
КСО ПЖ, мл	58 [45; 79]	36 [25; 60]	<0,001
ФВ ПЖ, %	35,84±10,26	48,17±13,15	<0,001
GLS ПЖ, %	-9,88±5,97	-13,51±6,24	0,003

сти печени по данным НФЭМ, сниженные показатели активного и реактивного сопротивления по данным БИВА) независимо от наличия ДПЖ (**табл. 6**).

При оценке прогностического значения разобщения ПЖАС выявлено его влияние на общую госпитализацию и госпитализацию по поводу ОДХСН (**рис. 5**). Статистически значимого влияния на достижение других конечных точек не выявлено.

Таблица 5. Результаты многофакторного логистического регрессионного анализа

Table 5. Results of multivariate logistic regression analysis

Предиктор	B	SE	p	ОШ	95% ДИ
Константа	-9,986	1,989	<0,001		
ИБС	1,047	0,541	0,053	2,85	0,99–8,23
СД	1,460	0,655	0,026	4,31	1,19–15,56
Диаметр НПВ	2,250	0,752	0,003	9,49	2,17–41,40
ПП, поперечный размер	1,042	0,404	0,010	2,83	1,28–6,26

Примечание. Включенные переменные: возраст, пол, ИБС, постинфарктный кардиосклероз, анемия, ФП, СД, хроническая болезнь почек, курение, дислипидемия, индекс массы тела, ФК по Нью-Йоркской ассоциации сердца, конечный диастолический объем ЛЖ, конечный систолический объем ЛЖ, ФВ ЛЖ, толщина межжелудочковой перегородки, объем ЛП, диаметр НПВ, все показатели систолической функции и размеры ПЖ, все размеры ПП.

При разобщении ПЖАС риск госпитализаций по поводу ОДХСН увеличивался на 25% (относительный риск – ОР 1,251, 95% ДИ 1,020–1,539; $p=0,042$), а риск госпитализаций по поводу всех причин – на 24% (ОР 1,240, 95% ДИ 1,001–1,537; $p=0,049$). Пациенты с разобщением ПЖАС госпитализированы по поводу ОДХСН (ОШ 2,07, 95% ДИ 1,02–4,02; $p=0,042$) и по поводу всех причин (ОШ 1,96, 95% ДИ 1,00–3,86; $p=0,049$) в 2 раза чаще.

Обсуждение

В нашем исследовании изучали клиническое и прогностическое значение ПЖАС у пациентов с ОДХСН.

Выявлена высокая (67,3%) распространенность разобщения ПЖАС вне зависимости от ФВ ЛЖ. Эти пациенты характеризовались более тяжелым клиническим течением и высоким уровнем NT-proBNP, мочевого кислоты и креатинина.

По данным ЭхоКГ у пациентов с разобщением ПЖАС определяли более выраженные структурные изменения сердца, что согласуется с результатами, описанными в других исследованиях. По данным исследования С. Falletta и соавт. (2019 г.) пациенты с отношением TAPSE/СДЛА<0,36 мм/мм рт. ст. имели более высокий уровень

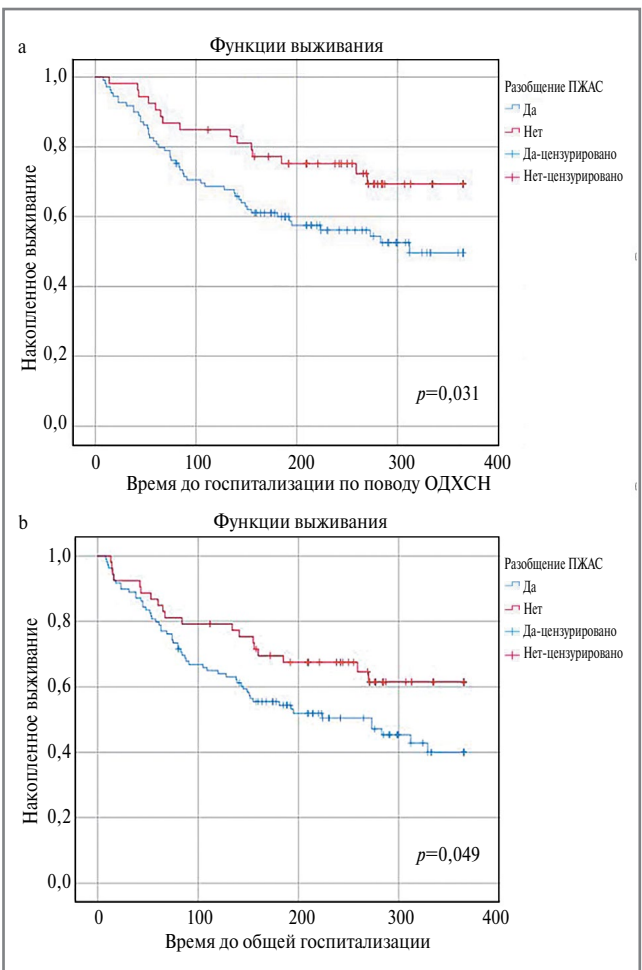


Рис. 5. Анализ неблагоприятных исходов. Кривые Каплана–Мейера: а – повторная госпитализация по поводу ОДХСН; б – повторная госпитализация по поводу всех причин.

Fig. 5. Analysis of adverse outcomes. Kaplan–Meier curves: а – rehospitalization for ADHF; б – all-cause rehospitalization.

маркеров тяжелой СН, более низкую ФВ ЛЖ, более низкое АД [16]. В исследовании Y. Vok и соавт. (2023 г.) у пациентов с отношением TAPSE/PASP<0,33 мм/мм рт. ст. отмечали более выраженное увеличение размеров ЛЖ, ЛП, уровня СДЛА, частоты сердечных сокращений, более низкую ФВ ЛЖ, низкий уровень систолического АД, чаще встречали ФП [17].

Таблица 6. Данные инструментальной диагностики у пациентов с ОДХСН в зависимости от функции ПЖ и разобщения ПЖАС

Показатель	Нет разобщения ПЖАС		Есть разобщение ПЖАС		P
	нет ДПЖ (1), n=28	есть ДПЖ (2), n=28	нет ДПЖ (3), n=14	есть ДПЖ (4), n=101	
Плотность печени (НФЭМ), кПА	6,45 [4,65; 9,30]	8,50 [5,75; 17,55]	16,50 [7,30; 20,80]	14,00 [4,90; 23,70]	0,019 ¹⁻³ <0,001 ¹⁻⁴ 0,008 ²⁻⁴
Активное сопротивление 50 кГц (БИВА), Ом/м	464,33±68,90	450,57±105,43	407,40±91,41	394,76±79,64	0,001ПЖАС
Реактивное сопротивление 50 кГц (БИВА), Ом/м	38,39±13,65	42,83±15,55	27,11±12,90	31,39±11,00	0,005ПЖАС

По полученным нами данным ПЖАС стал предиктором развития повторной госпитализации по поводу ОДХСН и всех причин в течение 1 года, что согласуется с результатами зарубежных исследований. Однако ПЖАС не оказало влияния на смерть от сердечно-сосудистых заболеваний и от всех причин, а также на комбинированную конечную точку. В исследовании С. Falletta и соавт. при отношении $TAPSE/CDLA \geq 0,36$ мм/мм рт. ст. вероятность смертности уменьшалась в 3 раза по сравнению с $TAPSE/CDLA < 0,36$ мм/мм рт. ст. (ОШ 0,35, 95% ДИ 0,29–0,43; $p < 0,001$). В проспективном обсервационном исследовании М. Guazzi (2013 г.), включавшем 293 пациентов с СН, $TAPSE/CDLA < 0,36$ мм/мм рт. ст. независимо ассоциирован с более низкой выживаемостью (56,5% vs $\geq 90\%$; $p < 0,0001$) при медиане наблюдения 20 мес [18].

В проспективном когортном исследовании у 1127 пациентов с СН с сохраненной ФВ и с ОДХСН при медиане наблюдения 2 года после выписки 352 (46,3%) человека умерли. Самый высокий риск смертности выявлен у пациентов с $TAPSE/CDLA < 0,28$ мм/мм рт. ст. (ОР 2,57, 95% ДИ 1,73–3,84; $p < 0,001$). Всего зарегистрировано 1214 повторных госпитализаций от всех причин у 482 (63,4%) пациентов. Повторно госпитализированы ≥ 3 или ≥ 5 раз за период наблюдения 176 (36,5%) и 63 (13,1%) пациента соответственно. По данным многофакторного анализа у пациентов с $TAPSE/PASP < 0,28$ мм/мм рт. ст. наблюдали значительное увеличение риска повторных госпитализаций по поводу всех причин [19]. В другом исследовании, включавшем 378 амбулаторных пациентов с СН с сохраненной ФВ, продемонстрировано увеличение риска первой повторной госпитализации по поводу ДХСН при $TAPSE/CDLA < 0,35$ мм/мм рт. ст. в 2 раза [20].

В исследовании продолжительностью 15 лет, включавшем 1557 пациентов, отношение $TAPSE/CDLA < 0,36$ мм/мм рт. ст., определенное исходно и в течение 1 года наблюдения, ассоциировано со смертностью и госпитализациями по поводу СН вне зависимости от ФВ ЛЖ [21].

По данным исследования Y. Bok и соавт. (2023 г.), включавшего 1147 человек, медиана наблюдения которого составила 29 мес, отношение $TAPSE/PASP < 0,33$ мм/мм рт. ст. ассоциировано с увеличением смертности от всех причин (ОР 1,306; $p = 0,025$) [17].

В нашем исследовании пациентам дополнительно оценивали статус гидратации при помощи БИВА, а плотность печени – с помощью НФЭМ. У пациентов с разобщением ПЖАС определены более высокая плотность печени по данным НФЭМ и низкие показатели активного и реактивного сопротивления по данным БИВА независимо от наличия ДПЖ, что свидетельствовало о более выраженных застойных явлениях. Повышение плотности печени можно объяснить повышением давления наполнения правых отделов сердца [22].

Ограничения исследования

Оценка ПЖ при ЭхоКГ ограничена у пациентов с ожирением, узкими межреберными промежутками, сложностью проведения исследования в положении лежа, с задержкой дыхания.

Заключение

Функции сердечно-сосудистой системы в физиологических условиях зависят от комплексного взаимодействия

сердца и сосудистой системы. Выявленные частота, ассоциации и прогностическое значение ПЖАС при ОДХСН свидетельствуют о целесообразности их оценки. Отношение $TAPSE/CDLA$ в качестве косвенного показателя взаимодействия ПЖ и ЛА может служить важным инструментом для стратификации риска у пациентов, оптимизации их ведения вне зависимости от фенотипа СН и предоставления важной прогностической информации.

Для подтверждения полученных нами результатов и влияния ПЖАС на развитие таких неблагоприятных исходов, как госпитализация и смерть от сердечно-сосудистых заболеваний, необходимо провести крупное проспективное многоцентровое исследование с большой выборкой пациентов и более длительным периодом наблюдения. Кроме того, целесообразной представляется оценка данного показателя, его ассоциации с клиническим статусом пациентов, показателями других инструментальных исследований, проводимой терапией в динамике (при поступлении, выписке и амбулаторно) с целью внедрения данного показателя в клиническую практику врачей-терапевтов и кардиологов.

Раскрытие интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure of interest. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Соответствие принципам этики. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом ФГАОУ ВО РУДН (протокол №16). Одобрение и процедуру проведения протокола получали по принципам Хельсинкской декларации.

Compliance with the principles of ethics. The study protocol was approved by the local ethics committee of Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (protocol №16). Approval and protocol procedure was obtained according to the principles of the Declaration of Helsinki.

Информированное согласие на публикацию. Пациенты подписали форму добровольного информированного согласия на публикацию медицинской информации.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patients for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

Список сокращений

АД – артериальное давление
 БИВА – биоимпедансный векторный анализ
 ДИ – доверительный интервал
 ДПЖ – дисфункция правого желудочка
 ИБС – ишемическая болезнь сердца
 ИМ – инфаркт миокарда
 ЛА – легочная артерия
 ЛЖ – левый желудочек
 ЛП – левое предсердие
 НПВ – нижняя полая вена
 НФЭМ – непрямая фиброэластометрия
 ОДХСН – острая декомпенсация хронической сердечной недостаточности

ОР – относительный риск
 ОШ – отношение шансов
 ПЖАС – правожелудочково-артериальное сопряжение
 ПП – правое предсердие
 СД – сахарный диабет
 СДЛА – систолическое давление в легочной артерии
 ФВ – фракция выброса
 ФП – фибрилляция предсердий
 ЭхоКГ – эхокардиография
 NT-proBNP – N-концевой фрагмент предшественника натрийуретического пептида
 TAPSE (Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion) – амплитуда систолического движения кольца трикуспидального клапана

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Ghio S, Guazzi M, Scardovi AB, et al. Different correlates but similar prognostic implications for right ventricular dysfunction in heart failure patients with reduced or preserved ejection fraction. *Eur J Heart Fail.* 2017;19(7):873-7. DOI:10.1002/ehf.664
- Gorter TM, Hoendermis ES, van Veldhuisen DJ, et al. Right ventricular dysfunction in heart failure with preserved ejection fraction: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Heart Fail.* 2016;18(12):1472-47. DOI:10.1002/ehf.630
- Nochioka K, Querejeta Roca G, Claggett B, et al. Right Ventricular Function, Right Ventricular-Pulmonary Artery Coupling, and Heart Failure Risk in 4 US Communities: The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. *JAMA Cardiol.* 2018;3(10):939-48. DOI:10.1001/jamacardio.2018.2454
- Ghio S, Temporelli PL, Klersy C, et al. Prognostic relevance of a non-invasive evaluation of right ventricular function and pulmonary artery pressure in patients with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2013;15(4):408-14. DOI:10.1093/eurjhf/hfs208
- Исламова М.Р., Сафарова А.Ф., Кобалава Ж.Д., Ефимова В.П. Прогностическое значение дисфункции правого желудочка у пациентов с декомпенсацией хронической сердечной недостаточности. *Кардиология.* 2023;63(3):13-20 [Islamova MR, Safarova AF, Kobalava ZD, Efimova VP. Prognostic Value of Right Ventricular Dysfunction in Patients With Decompensated Chronic Heart Failure. *Kardiologiya.* 2023;63(3):13-20 (in Russian)]. DOI:10.18087/cardio.2023.3.n2071
- Hameed A, Condliffe R, Swift AJ, et al. Assessment of Right Ventricular Function – a State of the Art. *Curr Heart Fail Rep.* 2023;20(3):194-207. DOI:10.1007/s11897-023-00600-6
- Rain S, Handoko ML, Trip P, et al. Right ventricular diastolic impairment in patients with pulmonary arterial hypertension. *Circulation.* 2013;128(18):2016-25.1-10. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.113.001873
- Naeije R, Manes A. The right ventricle in pulmonary arterial hypertension. *Eur Respir Rev.* 2014;23(134):476-87. DOI:10.1183/09059180.00007414
- van de Veerdonk MC, Kind T, Marcus JT, et al. Progressive right ventricular dysfunction in patients with pulmonary arterial hypertension responding to therapy. *J Am Coll Cardiol.* 2011;58(24):2511-9. DOI:10.1016/j.jacc.2011.06.068
- Borgdorff MA, Bartelds B, Dickinson MG, et al. Distinct loading conditions reveal various patterns of right ventricular adaptation. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2013;305(3):H354-64. DOI:10.1152/ajpheart.00180.2013
- Исламова М.Р., Лазарев П.В., Сафарова А.Ф., Кобалава Ж.Д. Значение дисфункции правого желудочка, правожелудочково-артериального сопряжения при хронической сердечной недостаточности: роль эхокардиографии. *Кардиология.* 2018;58(5):82-90 [Islamova MR, Lazarev PV, Safarova AF, Kobalava ZD. The Value of Right Ventricular Dysfunction and Right Ventricular – Pulmonary Artery Coupling in Chronic Heart Failure: The Role of Echocardiography. *Kardiologiya.* 2018;58(5):82-90 (in Russian)]. DOI:10.18087/cardio.2018.5.10124
- Haddad F, Hunt SA, Rosenthal DN, Murphy DJ. Right ventricular function in cardiovascular disease, part I: Anatomy, physiology, aging, and functional assessment of the right ventricle. *Circulation.* 2008;117(11):1436-48. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.107.653576
- Vonk Noordegraaf A, Chin KM, Haddad F, et al. Pathophysiology of the right ventricle and of the pulmonary circulation in pulmonary hypertension: an update. *Eur Respir J.* 2019;53(1):1801900. DOI:10.1183/13993003.01900-2018
- Gorter TM, van Veldhuisen DJ, Bauersachs J, et al. Right heart dysfunction and failure in heart failure with preserved ejection fraction: mechanisms and management. Position statement on behalf of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail.* 2018;20(1):16-37. DOI:10.1002/ehf.1029
- Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2010;23(7):685-713; quiz 786-8. DOI:10.1016/j.echo.2010.05.010
- Falletta C, Clemenza F, Klersy C, et al. Additive Value of Biomarkers and Echocardiography to Stratify the Risk of Death in Heart Failure Patients with Reduced Ejection Fraction. *Cardiol Res Pract.* 2019;2019:1824816. DOI:10.1155/2019/1824816
- Bok Y, Kim JY, Park JH. Prognostic Role of Right Ventricular-Pulmonary Artery Coupling Assessed by TAPSE/PASP Ratio in Patients With Acute Heart Failure. *J Cardiovasc Imaging.* 2023;31(4):200-0. DOI:10.4250/jcvi.2023.0055
- Guazzi M, Bandera F, Pelissero G, et al. Tricuspid annular plane systolic excursion and pulmonary arterial systolic pressure relationship in heart failure: an index of right ventricular contractile function and prognosis. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2013;305(9):H1373-81. DOI:10.1152/ajpheart.00157.2013
- Bosch L, Lam CSP, Gong L, et al. Right ventricular dysfunction in left-sided heart failure with preserved versus reduced ejection fraction. *Eur J Heart Fail.* 2017;19(12):1664-61. DOI:10.1002/ehf.873
- Guazzi M, Dixon D, Labate V, et al. 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;10(10 Pt. B):1211-21. DOI:10.1016/j.jcmg.2016.12.024
- Santiago-Vacas E, Lupón J, Gavidia-Bovadilla G, et al. Pulmonary hypertension and right ventricular dysfunction in heart failure: prognosis and 15-year prospective longitudinal trajectories in survivors. *Eur J Heart Fail.* 2020;22(7):1214-25. DOI:10.1002/ehf.1862
- Ávila DX, Matos PA, Quintino G, et al. Diagnostic and Prognostic Role of Liver Elastography in Heart Failure. *Int J Cardiovasc Sci.* 2020;33(3):227-32. DOI:10.36660/ijcs.20190005

Статья поступила в редакцию / The article received: 03.04.2024



OMNIDOCTOR.RU