

DOI: <https://doi.org/10.51922/2616-633X.2022.6.2.1644>

# ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ И ХРОНИЧЕСКОЙ ДЫХАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНЬЮ ЛЕГКИХ

Д.В. Лапицкий

Государственное учреждение «432 Главный военный клинический медицинский центр МО ВС Республики Беларусь»  
lapitskiy1973@mail.ru

УДК [616.24-036.12+616.12-008.46]-036.12-079.4

**Ключевые слова:** хроническая обструктивная болезнь легких, хроническая сердечная недостаточность, хроническая дыхательная недостаточность.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ.** Д.В. Лапицкий. Дифференциальная диагностика хронической сердечной недостаточности и хронической дыхательной недостаточности у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких. *Неотложная кардиология и кардиоваскулярные риски*, 2022, Т. 6, № 2, С. 1644–1660.

Главной причиной смертности пациентов с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) традиционно считалась хроническая дыхательная недостаточность (ХДН). Однако современные эпидемиологические исследования показали, что ведущими причинами, уносящими жизни пациентов с ХОБЛ, являются ишемическая болезнь сердца (ИБС) и хроническая сердечная недостаточность (ХСН).

**Цель:** изучить распространенность ХДН и ХСН у пациентов с ХОБЛ, определить информативность клинических симптомов в их диагностике, разработать алгоритм дифференциальной диагностики ХСН и ХДН.

**Методы:** объект исследования – 100 мужчин с ХОБЛ. Медиана возраста – 67 лет. Проведено клинико-лабораторное обследование. Синдром ХСН диагностирован по результатам ЭхоКГ и NT-proBNP. Синдром ХДН установлен по результатам нагрузочного тестирования с одновременным измерением насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом.

**Результаты:** ХСН установлена у 45,0% пациентов, в 42,0% случаев диагностирована правожелудочковая недостаточность. Пациенты с ХСН и снижением фракции выброса (ФВ) левого желудочка, прогноз у которых способно улучшить разработанное на современном этапе с позиций доказательной медицины лечение, составили всего 12,0%. Показана взаимосвязь синдрома ХСН с синдромом ХДН и нарушениями насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом: с ХСН NYHA III ассоциирована степень ХДН IIIБ и любые нарушения насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом, с ХСН NYHA II и NYHA I ассоциированы степени ХДН IIIА и ХДН IIБ соответственно, а также снижение насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом как при нагрузке, так и в покое. Проведена оценка информативности клинической симптоматики у пациентов с ХОБЛ в диагностике синдромов ХСН и ХДН: вероятность диагностики ХСН по клиническим симптомам составляет 79,0%, ХДН – 88,0%. Разработана шкала с оценкой симптомов в баллах и алгоритм диагностики ХСН и ХДН.

## DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF CHRONIC HEART FAILURE AND CHRONIC RESPIRATORY FAILURE IN PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

D. Lapitski

Main Military Clinical Medical Center of the Ministry of Defense of the Republic of Belarus, Minsk, Belarus

**Key words:** chronic obstructive pulmonary disease, chronic heart failure, chronic respiratory failure.

**FOR REFERENCES.** D. Lapitski, A. Ryapolov, V. Pupkevich, I. Dvorakovski, T. Chirikova, A. Goncharik, G. Ibragimova, N. Mitkovskaya. Differential diagnosis of chronic heart failure and chronic respiratory failure in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Neotlozhnaya kardiologiya i kardiovaskulyarnye riski* [Emergency cardiology and cardiovascular risks], 2022, vol. 6, no. 2, pp. 1644–1660.

Chronic respiratory failure (CRF) has traditionally been considered to be the main cause of death in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). However, modern epidemiological studies have shown that the leading causes of death in patients with COPD are CHD and chronic heart failure (CHF).

**Aim:** to study the prevalence of CRF and CHF in patients with COPD, to determine the informative value of clinical symptoms in their diagnosis, to work out an algorithm of differential diagnosis of CRF and CHF.

**Methods:** subjects – 100 men with COPD. The median age was 67 years. We performed clinical and laboratory examinations. COPD syndrome was diagnosed upon EchoCG and NT-proBNP results. CRF syndrome was diagnosed by the results of exercise testing with simultaneous measurement of arterial blood hemoglobin oxygen saturation.

**Results:** CHF was established in 45.0% of patients, and right ventricular failure was diagnosed in 42.0% of cases. Patients with CHF and decreased left ventricular ejection fraction (EF), whose prognosis could be improved by evidence-based treatment developed at the present stage, comprised only 12.0%. We revealed the correlation of CHF syndrome with CRF and with disorders of arterial blood hemoglobin oxygen saturation: CHF NYHA III is associated with CRF IIIB and any disorders of arterial blood hemoglobin oxygen saturation, while CHF NYHA II and NYHA I are respectively associated with CRF IIIA and CRF IIB as well as with a decrease in arterial blood hemoglobin oxygen saturation both on exertion and at rest. The informative value of clinical symptomatology was assessed in COPD patients for the diagnosis of CHF and CRF syndromes: the probability of CHF diagnosis based on clinical symptoms is 79.0% and for CRF – 88.0%. A symptom score scale and an algorithm for the diagnosis of CHF and CRF were developed.

## Введение

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) на современном этапе приобрела черты серьезной медико-социальной проблемы, являясь одной из ведущих причин не только снижения качества жизни, работоспособности, повышения инвалидизации, но и смертности населения в разных странах [1]. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) ХОБЛ является причиной смерти около 3,2 млн. человек ежегодно по всему миру [2]. До недавнего времени традиционно главной причиной смертности при ХОБЛ считалась хроническая дыхательная недостаточность (ХДН). Современные эпидемиологические исследования показали, что ведущими причинами, уносящими жизни пациентов с ХОБЛ, являются ишемическая болезнь сердца и хроническая сердечная недостаточность (ХСН) [3, 4].

В настоящее время ХСН рассматривается как конечная точка сердечно-сосудистого континуума (ССК) и является проблемой второй половины жизни человека [5]. Риск возникновения ХСН в возрасте 55 лет составляет 33% для мужчин и 28% для женщин. Среди людей старше 65 лет с впервые выявленной одышкой при физической нагрузке один из шести пациентов будет иметь нераспознанную ХСН [6]. Наиболее эффективным подходом, направленным на снижение смертности от сердечно-сосудистых причин, являются своевременное выявление и адекватная коррекция факторов риска развития сердечно-сосудистой патологии, диагностика и лечение заболеваний сердечно-сосудистой системы на ранних стадиях, чтобы замедлить движение патологического процесса по этапам ССК к развитию ХСН [1, 7].

Клинические проявления ХСН и ХДН весьма схожи. Такие симптомы как одышка, нехватка воздуха при физической нагрузке, стеснение в грудной клетке, цианоз являются общими проявлениями рассматриваемых синдромов. В современных условиях коморбидности ХДН выявляется у 15–25% пациентов с сердечно-сосудистой патологией, а ХСН

диагностируется у 50–80% пациентов с заболеваниями органов дыхания [8, 9]. Клинические проявления ХДН способны затруднить распознавание симптомов ХСН (ослабленное дыхание и сухие хрипы маскируют признаки застоя в малом круге кровообращения). Информативность клинических проявлений и функциональных методов диагностики ХДН может претерпеть изменения на фоне ХСН (функция внешнего дыхания теряет свою информативность в диагностике ХДН на фоне застойных явлений; диагностическая ценность эхокардиографии в оценке функции миокарда снижается при наличии у пациента эмфиземы легких) [10]. С учетом изложенного выше становится очевидной необходимость пересмотра диагностической тактики ХДН и ХСН для адекватного разграничения данных синдромов.

**Цель:** изучить распространенность ХДН и ХСН у пациентов с ХОБЛ, определить информативность клинических симптомов в их диагностике, выработать алгоритм дифференциальной диагностики ХСН и ХДН.

## Материалы и методы

Объект исследования – 100 мужчин с ХОБЛ. Медиана возраста – 67 лет, нижний и верхний квартили соответственно – 64 и 69 лет. Диагноз ХОБЛ выставлялся на основании изучения жалоб, анамнеза воздействия поллютантов (курение) на органы дыхания, физикального осмотра, изучения функции внешнего дыхания после ингаляции короткодействующего бронхолитика на отечественном спирографе МАС-1 с определением таких показателей как жизненная емкость легких (ЖЕЛ), форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1), соотношение ОФВ1/ФЖЕЛ, максимальная объемная скорость воздуха на уровне выдоха 25% ФЖЕЛ (МОС25), максимальная объемная скорость воздуха на уровне выдоха 50% ФЖЕЛ (МОС50), максимальная объемная скорость воздуха на уровне выдоха 75% ФЖЕЛ (МОС75) [12]. Пациенты были распре-

делены по группам риска обострений ХОБЛ, которые в значительной степени отражают общее состояние здоровья (группа А – 1 чел. (1,0%), группа В – 44 чел. (44,0%), группа С – 1 чел. (1,0%), группа D – 54 чел. (54,0%)) и классам тяжести дыхательных нарушений (GOLD1 – 15 чел. (15,0%), GOLD2 – 37 чел. (37,0%), GOLD3 – 35 чел. (35,0%), GOLD4 – 13 чел. (13,0%)) [1]. Клиническое состояние пациентов было оценено с помощью опросника CAT (COPD assessment test) [13], одышка оценена по шкале mMRC (modified Medical Research Council) [14].

В исследование не включались пациенты в стадии обострения ХОБЛ и в срок менее трех месяцев после его завершения, с острыми (инфекционными и неинфекционными) заболеваниями легочной и другой локализации, с онкологической патологией, а также в сроки менее 1 года после завершения специфического лечения с положительным клиническим и лабораторным результатом (консультация онколога), с заболеваниями сердца неишемической природы, приведшими к декомпенсации сердечной деятельности, с установленными электрокардиостимуляторами, ресинхронизирующими устройствами, дефибрилляторами, с заболеваниями печени и почек в стадии декомпенсации, имеющими самостоятельную нозологическую природу, системными заболеваниями соединительной ткани.

Пациентам проведено исследование клинических анализов крови и мочи (в том числе определение белка в суточной моче), биохимического анализа крови с определением показателей обмена глюкозы (уровень глюкозы в плазме венозной крови, гликозилированный гемоглобин – HbA1c) и липидов. Выполнялись электрокардиография (ЭКГ), эхокардиография (ЭхоКГ), ультразвуковая сонография брахиоцефальных артерий, холтеровское мониторирование ЭКГ, суточное мониторирование артериального давления.

Для диагностики ХДН использован способ, основанный на одновременном проведении нагрузочного тестирования и пульсоксиметрии [16]. Для нагрузочного тестирования использовались тест с 6-минутной ходьбой (6МТ) и/или велоэргометрическая проба (ВЭМ). 6МТ проводился по стандартному протоколу (R.L. Enright, D.L. Sherill, 1998). Должный показатель пройденного расстояния в метрах (Д6МТ) для мужчин рассчитывался по формуле:

$$\text{Д6МТ (метры)} = 7,57 \times \text{рост (см)} - 5,02 \times \text{возраст (годы)} - 1,76 \times \text{масса (кг)} - 309$$

Нижняя граница нормы (НГН) рассчитывалась по формуле:

$$\text{НГН (метры)} = \text{Д6МТ (метры)} - 139$$

Переносимость физической нагрузки относительно пройденного в 6МТ расстояния характеризовалась как: низкая (III) – пройденное расстояние менее НГН; средняя (II) – пройденное расстояние более НГН, но менее Д6МТ; высокая (I) – пройденное расстояние более Д6МТ.

ВЭМ проводилась по следующему протоколу (Д.М. Аронов, В.П. Лупанов, 2002): I ступень – 25–50 Вт, прирост нагрузки на каждой следующей ступени – 25 Вт. Длительность ступени – 2 минуты. Переносимость физической нагрузки относительно освоенной ступени характеризовалась как: низкая (III) – 25–50 Вт; средняя (II) – 75–100 Вт; высокая (I) – 125 Вт и более.

Изучение насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом (SpO<sub>2</sub>) у всех пациентов проводилось с помощью компьютерной пульсоксиметрической системы, которая позволяет оценить уровень SpO<sub>2</sub> как в покое, так и динамичу данного показателя во время нагрузки.

Стадия компенсации легочной функции устанавливалась, если SpO<sub>2</sub> в покое составлял более 90% и во время физической нагрузки данный показатель снижался  $\geq 4\%$ , но не ниже 90% (J. Trueman, C. Hacking, 2015). Стадия компенсации обозначалась буквой А.

Стадия декомпенсации легочной функции устанавливалась, если SpO<sub>2</sub> в покое составлял менее 90% (SpO<sub>2</sub>покоя < 90%) или во время физической нагрузки данный показатель снижался менее 90%. Стадия декомпенсации обозначалась буквой Б.

Снижение SpO<sub>2</sub>  $\geq 4\%$ , но не ниже 90% при проведении физической нагрузки обозначалось как нагрузочная десатурация с SpO<sub>2</sub> > 90% (НД > 90%). Снижение SpO<sub>2</sub> ниже 90% при проведении физической нагрузки обозначалось как нагрузочная десатурация с SpO<sub>2</sub> < 90% (НД < 90%). Стадии SpO<sub>2</sub>покоя < 90%, НД > 90%, НД < 90% объединены общим термином «нарушения насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом» – НГАК.

В том случае, если критерии компенсации/декомпенсации не выполнялись, считалось, что у пациента нет ХДН при условии достижения им в ходе физической нагрузки субмаксимальной ЧСС как критерия адекватно выполненной физической нагрузки, достаточной для диагностики ХДН. Субмаксимальная частота сердечных сокращений (ЧСС) рассчитывалась по формуле  $0,75 \times (220 - \text{возраст})$ .

При одновременном анализе переносимости физической нагрузки и динамики SpO<sub>2</sub> выделены следующие категории проб:

1. Неинформативная проба: критерии компенсации/декомпенсации не выявлены, субмаксимальная ЧСС не достигнута при любом пройденном расстоянии в 6МТ или

при любой нагрузке, которую смог освоить пациент на ВЭМ;

2. Хронической дыхательной недостаточности нет (ХДН 0): критерии компенсации/декомпенсации не выявлены, субмаксимальная ЧСС достигнута при любом пройденном расстоянии в 6МТ или при любой нагрузке, которую смог освоить пациент на ВЭМ;

3. Компенсированная хроническая дыхательная недостаточность I степени (ХДН IA): выполнен критерий компенсации при освоенной нагрузке в 125 Вт и выше на ВЭМ или в 6МТ пройдено расстояние более 6МТ;

4. Декомпенсированная хроническая дыхательная недостаточность I степени (ХДН IB): выполнен критерий декомпенсации при освоенной нагрузке в 125 Вт и выше на ВЭМ или в 6МТ пройдено расстояние более 6МТ;

5. Компенсированная хроническая дыхательная недостаточность II степени (ХДН IIA): выполнен критерий компенсации при освоенной нагрузке в 75–100 Вт на ВЭМ или в 6МТ пройдено расстояние более НГН, но менее 6МТ;

6. Декомпенсированная хроническая дыхательная недостаточность II степени (ХДН IIB): выполнен критерий декомпенсации при освоенной нагрузке в 75–100 Вт на ВЭМ или в 6МТ пройдено расстояние более НГН, но менее 6МТ;

7. Компенсированная хроническая дыхательная недостаточность III степени (ХДН IIIA): выполнен критерий компенсации при освоенной нагрузке в 25–50 Вт на ВЭМ или в 6МТ пройдено расстояние менее НГН;

8. Декомпенсированная хроническая дыхательная недостаточность III степени (ХДН IIIB): выполнен критерий декомпенсации в покое, при освоенной нагрузке в 25–50 Вт на ВЭМ или в 6МТ пройдено расстояние менее НГН.

В качестве критериев левожелудочковой ХСН использован подход, изложенный в рекомендациях рабочей группы по диагностике и лечению острой и хронической сердечной недостаточности Европейского Общества кардиологов 2016 года (табл. 1) [7].

Миокардом желудочков синтезируются и выделяются в системный кровоток в ответ на увеличение напряжения их стенки мозговой натрийуретический пептид типа В (BNP) и N-терминальный пропептид мозгового натрийуретического пептида типа В (NT-proBNP). Концентрация указанных миокардиальных маркеров является хорошим предиктором сердечной недостаточности у пациентов с одышкой. Нормальный сывороточный уровень BNP и NT-proBNP имеет высокую прогностическую ценность отрицательного результата для исключения диагноза сердечной недостаточности. NT-proBNP циркулирует в крови в более высоких концентрациях по сравнению с BNP в связи с большим молекулярным весом. Этот факт обеспечивает определение NT-proBNP на ранних стадиях нарушения функции миокарда [17, 18, 19]. Поэтому в качестве маркера дисфункции миокарда и сердечной недостаточности у пациентов исследуемой группы определялся N-концевой фрагмент мозгового натрийуретического пептида. Для статистического анализа использовалось

ХСН-нФВ	ХСН-пФВ	ХСН-сФВ
1. Симптомы ± признаки <sup>a</sup>	1. Симптомы ± признаки <sup>a</sup>	1. Симптомы ± признаки <sup>a</sup>
2. ФВ ЛЖ < 40%	2. ФВ ЛЖ 40–49%	2. ФВ ЛЖ ≥ 50%
	3. Повышение уровня BNP	3. Повышение уровня BNP
	4. Как минимум один из дополнительных критериев:	4. Как минимум один из дополнительных критериев:
	а) соответствующее структурное изменение (гипертрофия ЛЖ и/или расширение ЛП: ИММ ≥ 115 г/м <sup>2</sup> , ЛП > 34 мл/м <sup>2</sup> );	а) соответствующее структурное изменение (гипертрофия ЛЖ и/или расширение ЛП: ИММ ЛЖ ≥ 115 г/м <sup>2</sup> , ЛП > 34 мл/м <sup>2</sup> );
	б) диастолическая дисфункция (E/e' > 13; e' < 9 см/с)	б) диастолическая дисфункция (E/e' > 13; e' < 9 см/с)

<sup>a</sup> – признаки могут не наблюдаться на ранних стадиях ХСН или у пациентов, леченных диуретиками.

ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка. ХСН-нФВ – ХСН со сниженной ФВ. ХСН-пФВ – ХСН с промежуточной ФВ. ХСН-сФВ – ХСН с сохраненной фракцией выброса. BNP – мозговой натрийуретический пептид. ЛП – левое предсердие; ИММ – индекс массы миокарда левого желудочка. E – первый пик скорости движения крови через митральный клапан (PW-доплер). e' – среднее значение скоростей продольной экскурсии боковой стенки и межжелудочковой перегородки у основания митрального кольца (4-х камерная позиция, тканевой доплер).

HFrEF	HFmrEF	HFpEF
1. Symptoms ± signs <sup>a</sup>	1. Symptoms ± signs <sup>a</sup>	1. Symptoms ± signs <sup>a</sup>
2. LVEF < 40%	2. LVEF 40–49%	2. LVEF ≥ 50%
	3. Increased NP level	3. Increased NP level
	4. Minimum one of additional criteria:	4. Minimum one of additional criteria:
	а) characteristic structural change (LV hypertrophy and/or dilated LA: MMI ≥ 115 g/m <sup>2</sup> , LA > 34 ml/m <sup>2</sup> );	а) characteristic structural change (LV hypertrophy and/or dilated LA: LV MMI ≥ 115 g/m <sup>2</sup> , LA > 34 ml/m <sup>2</sup> );
	б) diastolic dysfunction (E/e' > 13; e' < 9 cm/s)	б) diastolic dysfunction (E/e' > 13; e' < 9 cm/s)

<sup>a</sup> – signs may not be observed in the early stages of CHF or in patients treated with diuretics.

LVEF – left ventricular ejection fraction. HFrEF – CHF with reduced EF. HFmrEF – CHF with midrange EF. HFpEF – CHF with preserved EF. BNP – brain natriuretic peptide. LA – left atrium; MMI – left ventricular myocardial mass index. E – the first peak of the velocity of the blood flow through the mitral valve (PW-doppler). e' – the average value of the velocities of the longitudinal excursion of the lateral wall and interventricular septum at the base of the mitral ring (4-chamber view, tissue doppler).

Таблица 1. Критерии левожелудочковой ХСН, изложенные в рекомендациях рабочей группы по диагностике и лечению острой и хронической сердечной недостаточности Европейского общества кардиологов 2016 года

Table 1. Criteria for left ventricular CHF set out in the recommendations (2016) of the working group on the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology

соотношение уровня NT-proBNP пациента к верхней границе возрастной нормы (ВГН) – NT-proBNP/ВГН.

Ввиду того, что в возрасте старше 60 лет пациенты без сопутствующей сердечно-сосудистой патологии практически не встречаются, контрольная группа пациентов сформирована из 32 здоровых мужчин в возрасте 21,5 лет (нижний и верхний квартили соответственно 20 и 24,3 лет), у которых определялся NT-proBNP/ВГН.

Диагностика правожелудочковой ХСН представляет определенные трудности. Подход к диагностике недостаточности правых отделов сердца в рекомендациях рабочей группы по диагностике и лечению острой и хронической сердечной недостаточности Европейского Общества кардиологов 2016 года не приведен [7]. Современные обзоры литературы предлагают подход к диагностике

правожелудочковой ХСН, который ориентирован на установление клинически выраженных проявлений правожелудочковой ХСН [9]. Поэтому для выявления ранней дисфункции миокарда правого желудочка в ходе исследования авторами данной работы разработан и применен в исследовании следующий подход (табл. 2) [20, 21, 22].

Пациенты с ХСН распределялись по функциональным классам (ФК) согласно классификации ХСН Нью-Йоркской кардиологической ассоциации (NYHA), используя расстояние, пройденное ими в 6МТ: NYHA ФК0 – более 551 метров, NYHA ФКI – 426–550 метров, NYHA ФКII – 301–425 метров, NYHA ФКIII – 151–300 метров, NYHA ФКIV – менее 150 метров [23].

Полученные данные обрабатывались с использованием программ Statistica 10.0, SPSS 21.0. Возраст и значения NT-proBNP/ВГН представлены в виде медианы, верхнего и нижнего квартилей – Me(25%-75%). Для сравнения значений NT-proBNP/ВГН в исследуемых группах пациентов использовался непараметрический критерий Манна-Уитни. С учетом того, что большинство изучаемых переменных представлены в номинальной шкале, для определения характера взаимосвязей изучаемых переменных использовался анализ таблиц сопряженности. Проведенное исследование соответствует критериям «случай-контроль», поэтому при анализе таблиц сопряженности проводился расчет отношения шансов, его доверительный интервал – ОШ (L-U), критерий  $\chi^2$ , критерий значимости p [24, 25]. Для оценки влияния ХДН на развитие ХСН, информативности клинических симптомов относительно диагностики синдромов ХСН и ХДН использовались метод бинарной логистической регрессии и ROC-анализ с расчетом площади под ROC-кривой (AUC) на графике в системе координат «1-специфичность» – «чувствительность», чувствительности (Se), специфичности (Sp), прогностической ценности положительного результата (+PV), прогностической ценности отрицательного результата (-PV). Выбор оптимальной точки отсечения основывался на индексе Юдена (максимальной сумме Se+Sp) [26, 27].

Таблица 2. Критерии правожелудочковой ХСН, использовавшиеся в исследовании

Признаки	Критерии
1. Клинические:	Симптомы ± признаки <sup>а</sup>
2. Лабораторные <sup>б</sup> :	Повышение уровня NT-proBNP
3. ЭХО-кардиографические <sup>б</sup> :	Как минимум один из дополнительных критериев [21, 22]: а. Систолическая дисфункция ПЖ: – TAPSE < 17 мм – Фракция площади ПЖ < 35% б. Структурные изменения миокарда ПЖ: – RV EDA > 1260 мм <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> – ПП > 32 мл/м <sup>2</sup> в. Диастолическая дисфункция ПЖ: – E/e' > 6; e' < 7,8 см/с

<sup>а</sup> – признаки могут не наблюдаться на ранних стадиях ХСН или у пациентов, леченных диуретиками.

<sup>б</sup> – сочетание лабораторных и ЭХО-кардиографических признаков считалось обязательным;

ПЖ – правый желудочек. TAPSE – продольная экскурсия трикуспидального кольца (4-х камерная позиция, М-режим). RV EDA – площадь правого желудочка в диастолу (4-х камерная позиция). ПП – правое предсердие.

E – первый пик скорости движения крови через трикуспидальный клапан (PW-доплер). e' – скорость продольной экскурсии боковой стенки ПЖ у основания трикуспидального кольца (4-х камерная позиция, тканевой доплер).

Table 2. Criteria of right ventricular CHF used in the research

Signs	Criteria
1. Clinical:	Symptoms ± signs <sup>a</sup>
2. Laboratory <sup>b</sup> :	Increased level of NT-proBNP
3. ECHO-cardiography <sup>b</sup> :	Minimum one of additional criteria [21, 22]: a. RV systolic dysfunction: – TAPSE < 17 mm – RV area fraction < 35% b. RV myocardial structural changes: – RV EDA > 1260 mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> – RA > 32 ml/m <sup>2</sup> c. RV diastolic dysfunction: – E/e' > 6; e' < 7,8 cm/s

<sup>a</sup> – signs may not be observed in the early stages of CHF or in patients treated with diuretics.

<sup>b</sup> – a combination of laboratory and ECHO-cardiographic signs was considered mandatory;

RV – right ventricular. TAPSE – tricuspid annular plane systolic excursion (4-chamber view, M-mode). RVEDA – right ventricular end-diastolic area (4-chamber view).

RA – right atrium. E – the first peak of the velocity of the blood flow through the tricuspid valve (PW-Doppler). e' – longitudinal excursion velocity of the RV lateral wall at the base of tricuspid ring (4-chamber view, tissue Doppler).

## Результаты

У 70,0% пациентов (70 чел.) группы исследования диагностированы различные степени ХДН: IIIБ – у 32,0% (32 чел.), IIIА – у 2,0% (2 чел.), IIБ – у 15,0% (15 чел.), IIА – у 7,0% (7 чел.), IБ – у 9,0% (9 чел.), IA – у 5,0% (5 чел.), 0 – у 30,0% (30 чел.). У 10,0% (10 чел.) выявлена SpO<sub>2</sub> покоя < 90%, у 14,0% (14 чел.) установлена HD > 90% и у 46,0% (46 чел.) – HD < 90%. Повышение уровня NT-proBNP выше ВГН

отмечено у 45,0% пациентов (45 чел.) исследуемой группы. Значения NT-proBNP/ВГН у пациентов с ХОБЛ (0,8(0,4-1,5)) значимо ( $p < 0,001$ ) выше по сравнению с контрольной группой (0,1(0,1-0,2)) и достоверно повышаются с увеличением степени ХДН (0,5(0,2-1,0) при ХДН0-ХДН2А, 1,4(0,9-2,1) при ХДН2Б-ХДН3Б,  $p < 0,001$ ). Значения NT-proBNP/ВГН у пациентов с НГАК (1,1(0,6-1,9)) существенно ( $p < 0,001$ ) выше по сравнению с пациентами без таковых нарушений (0,5(0,3-0,9)).

В таблице 3 представлены результаты диагностики ХСН у пациентов с ХОБЛ. ХСН с вовлечением левых отделов сердца (ХСН-ЛЖ) диагностирована у 39,0% пациентов (39 чел.). При этом у 5,0% (5 чел.) диагностирована ФВ ЛЖ менее 40%, у 7,0% (7 чел.) – ФВ ЛЖ 40–49%. ХСН с вовлечением правых отделов сердца (ХСН-ПЖ) установлена у 42,0% (42 чел.). У большинства пациентов присутствовала ХСН с вовлечением обоих желудочков (ХСН-ЛЖ/ПЖ) – 36,0% (36 чел.). ХСН с вовлечением изолированно левых отделов сердца выявлена у 3,0% (3 чел.), ХСН с вовлечением изолированно правых отделов сердца установлена у 6,0% (6 чел.). Пациентов с NYHA ФК I выявлено 8,0% (8 чел.), NYHA ФК II – у 23,0% (23 чел.), NYHA ФК III – у 14,0% (14 чел.). Пациентов с NYHA ФК IV в исследовании не было.

С помощью анализа таблиц сопряженности установлена взаимосвязь ХДН и ХСН: ХДН и ХСН (ОШ 6,7(2,7-16,3),  $\chi^2 = 16,4$ ;  $p < 0,001$ ), ХДН и ХСН-ЛЖ (ОШ 4,0(1,7-9,3),  $\chi^2 = 9,9$ ;  $p = 0,001$ ), ХДН и ХСН-ПЖ (ОШ 6,3(2,6-15,2),  $\chi^2 = 15,5$ ;  $p < 0,001$ ), ХДН и ХСН-ЛЖ/ПЖ (ОШ 3,8(1,6-8,8),  $\chi^2 = 9,2$ ;  $p = 0,002$ ). Для определения оптимальной точки отсечения, которая разделяет степени ХДН на две категории (ассоциированные с развитием ХСН и не ассоциированные с развитием ХСН), использован метод бинарной логистической регрессии и ROC-анализ с расчетом AUC, Se, Sp и индекса Юдена (рис. 1, табл. 4).

Итак, оптимальная точка отсечения, которая разделяет ХДН на две категории (ассоциированные с развитием ХСН и не ассоциированные с развитием ХСН), соответствует степени ХДН ИБ. Таким образом, к категории ассоциированных с развитием ХСН следует отнести такие степени ХДН как ИБ, IIIA и IIIB. Степени ХДН IA, IB, IIA не ассоциированы с развитием ХСН.

С помощью анализа таблиц сопряженности установлена взаимосвязь НГАК и ХСН: НГАК и ХСН (ОШ 7,0(2,8-17,6),  $\chi^2 = 15,9$ ;  $p < 0,001$ ), НГАК и ХСН-ЛЖ (ОШ 4,5(1,9-10,9),  $\chi^2 = 10,6$ ;  $p = 0,001$ ), НГАК и ХСН-ПЖ (ОШ 7,0(2,7-17,8),  $\chi^2 = 15,7$ ;  $p < 0,001$ ), НГАК и ХСН-ЛЖ/ПЖ (ОШ 4,5 (1,9-11,0),  $\chi^2 = 10,6$ ;  $p = 0,001$ ). Для определения оптимальной точки отсечения, которая разделяет выраженность НГАК на две категории (ассоциированные с развитием ХСН и не ассоциированные с развитием

Критерии	%
NT-proBNP выше ВГН	45,0
Левый желудочек:	
– ФВ < 40%	5,0
– ФВ 40–49%	7,0
– ФВ ≥ 50%	88,0
– ИММ ЛЖ ≥ 115 г/м <sup>2</sup>	79,0
– ЛП ≥ 34 мл/м <sup>2</sup>	48,0
– e' < 9 см/с	59,0
– E/e' > 13	7,0
ИТОГО:	
– ХСН-нФВ	5,0
– ХСН-пФВ	7,0
– ХСН-сФВ	27,0
– Всего ХСН-ЛЖ	<b>39,0</b>
Правый желудочек:	
– TAPSE < 17 мм	10,0
– Фракция площади ПЖ < 35%	17,0
– RV EDA > 1260 мм <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	18,0
– ПП > 32 мл/м <sup>2</sup>	73,0
– e' < 7,8 см/с	15,0
– E/e' > 6	14,0
ИТОГО:	
– Всего ХСН-ПЖ	<b>42,0</b>
NYHA:	
ФК I	8,0
ФК II	23,0
ФК III	14,0
ВСЕГО:	
– ХСН изолированно ЛЖ	<b>3,0</b>
– ХСН изолированно ПЖ	<b>6,0</b>
– ХСН-ЛЖ/ПЖ	<b>36,0</b>
– ХСН	<b>45,0</b>

NT-proBNP – N-терминальный пропептид мозгового натрийуретического пептида типа В. ВГН – верхняя граница нормы. ФВ – фракция выброса. ЛП – левое предсердие. ИММ ЛЖ – индекс массы миокарда левого желудочка. E – первый пик скорости движения крови через митральный/трикуспидальный клапан (PW-доплер). e' – для левого желудочка: среднее значение скоростей продольной экскурсии боковой стенки и межжелудочковой перегородки у основания митрального кольца (4-х камерная позиция, тканевой доплер); для правого желудочка: скорость продольной экскурсии боковой стенки ПЖ у основания трикуспидального кольца (4-х камерная позиция, тканевой доплер). ХСН – хроническая сердечная недостаточность. ХСН-нФВ – ХСН со сниженной ФВ. ХСН-пФВ – ХСН с промежуточной ФВ. ХСН-сФВ – ХСН с сохраненной фракцией выброса. ХСН-ЛЖ – хроническая сердечная недостаточность с вовлечением левых отделов сердца. ХСН-ПЖ – хроническая сердечная недостаточность с вовлечением правых отделов сердца. ХСН-ЛЖ/ПЖ – хроническая сердечная недостаточность с вовлечением обоих желудочков. TAPSE – продольная экскурсия трикуспидального кольца (4-х камерная позиция, М-режим). RV EDA – площадь правого желудочка в диастолу (4-х камерная позиция). ПП – правое предсердие. ФК I, ФК II, ФК III – функциональные классы согласно классификации хронической сердечной недостаточности Нью-Йоркской кардиологической ассоциации.

Criteria	%
NT-proBNP above UNL	45,0
Left ventricle:	
– EF < 40%	5,0
– EF 40–49%	7,0
– EF ≥ 50%	88,0
– LV MMI ≥ 115 g/m <sup>2</sup>	79,0
– LA ≥ 34 ml/m <sup>2</sup>	48,0
– e' < 9 cm/s	59,0
– E/e' > 13	7,0
TOTAL:	
– HFrfEF	5,0
– HFmrEF	7,0
– HFpEF	27,0
– Total LV-CHF	<b>39,0</b>
Right ventricle:	
– TAPSE < 17 mm	10,0
– RV fractional area < 35%	17,0
– RV EDA > 1260 mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	18,0
– RA > 32 ml/m <sup>2</sup>	73,0
– e' < 7.8 cm/s	15,0
– E/e' > 6;	14,0
TOTAL:	
– Total RV-CHF	<b>42,0</b>

Таблица 3.  
Результаты диагностики хронической сердечной недостаточности у пациентов с ХОБЛ (N = 100)

Table 3.  
Results of diagnosis of chronic heart failure in patients with COPD (N = 100)

Окончание табл. 1

Criteria	%
NYHA:	
FCI	8.0
FCII	23.0
FCIII	14.0
TOTAL:	
- CHF LV only	3.0
- CHF RV only	6.0
- CHF-LV/RV	36.0
- CHF	45.0

NT-proBNP – N-terminal B-type brain natriuretic peptide propeptide. UNL – upper limit of normal. EF – ejection fraction. LV – left atrium. LV MMI – left ventricular myocardial mass index. E – first peak of blood velocity through mitral/tricuspid valve (PW-Doppler). e' – for the left ventricle: mean value of velocities of longitudinal excursion of the lateral wall and interventricular septum at the base of the mitral ring (4-chamber position, tissue Doppler); for the right ventricle: velocity of longitudinal excursion of the RV lateral wall at the base of the tricuspidal ring (4-chamber position, tissue Doppler). CHF – chronic heart failure. CHF<sub>r</sub>EF – CHF with reduced EF. CHF<sub>m</sub>rEF – CHF with midrange EF. CHF<sub>p</sub>EF – CHF with preserved ejection fraction. CHF-LH – chronic heart failure with involvement of the left heart. CHF-PH – chronic heart failure with right heart involvement. CHF-LH/PH – chronic heart failure with involvement of both ventricles. TAPSE – tricuspid annular plane systolic excursion (4-chamber position, M-mode). RV EDA – right ventricular end-diastolic area (4-chamber position). RV – right atrium. FCI, FCII, FCIII – functional classes according to chronic heart failure classification of New York Heart Association.

ХСН), использован метод бинарной логистической регрессии и ROC-анализ с расчетом AUC, Se, Sp и индекса Юдена (табл. 5, рис. 2).

Итак, оптимальная точка отсечения, которая разделяет выраженность НГАК на две категории (ассоциированные с развитием ХСН и не ассоциированные с развитием ХСН), соответствует НД < 90%. Таким образом, к категориям, ассоциированным с развитием ХСН, следует отнести такие нарушения насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом как НД < 90%, SpO<sub>2</sub>покоя < 90%.

Установлена достоверная взаимосвязь степеней ХДН и стадий ХСН по NYHA: с нарастанием степени ХДН нарастает ФК NYHA (ОШ 4,8(2,02-11,3),  $\chi^2 = 12,2$ ;  $p < 0,001$ ). Для определения оптимальных точек отсечения, которые разделяют степени ХДН на категории, связанные с функциональными классами NYHA ХСН, использован метод бинар-

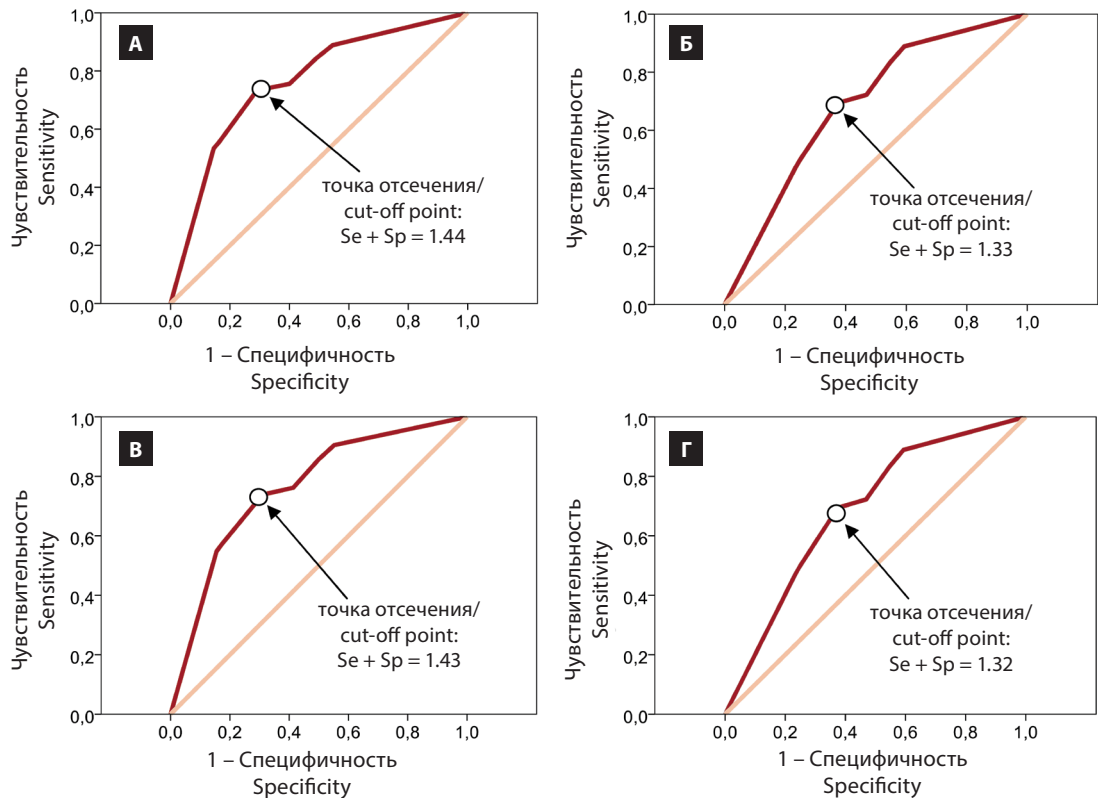


Рисунок 1. Результаты ROC-анализа с определением оптимальной точки отсечения, которая соответствует максимальной сумме чувствительности (Se) и специфичности (Sp) и разделяет степени ХДН на две категории (ассоциированные с развитием ХСН и не ассоциированные с развитием ХСН). А. ROC-кривая, соответствующая связи ХДН и ХСН; Б. ROC-кривая, соответствующая связи ХДН и ХСН-ЛЖ; В. ROC-кривая, соответствующая связи ХДН и ХСН-ПЖ; Г. ROC-кривая, соответствующая связи ХДН и ХСН-ЛЖ/ПЖ.

ROC – от receiver operating characteristic. Se – чувствительность. Sp – специфичность. ХДН – хроническая дыхательная недостаточность. ХСН – хроническая сердечная недостаточность. ХСН-ЛЖ – хроническая сердечная недостаточность с вовлечением левых отделов сердца. ХСН-ПЖ – хроническая сердечная недостаточность с вовлечением правых отделов сердца. ХСН-ЛЖ/ПЖ – хроническая сердечная недостаточность с вовлечением обоих желудочков.

Figure 1. The results of the ROC analysis with the determination of the optimal cut-off point, which corresponds to the maximum sum of sensitivity (Se) and specificity (Sp) and divides the degrees of CRF into two categories (associated with the development of CHF and not associated with the development of CHF). A. ROC-curve corresponding to the correlation of CRF and CHF; Б. ROC-curve corresponding to the correlation of CRF and CHF-LV; В. ROC-curve corresponding to the correlation of CRF and CHF-RV; Г. ROC-curve corresponding to the correlation of CRF and CHF-LV/RV.

ROC – from receiver operating characteristic. Se – sensitivity. Sp – specificity. CRF – chronic respiratory failure. CHF-LH – chronic heart failure with involvement of the left heart. CHF-PH – chronic heart failure with right heart involvement. CHF-LH/PH – chronic heart failure with involvement of both ventricles.

ХСН	AUC	p	Se	Sp	Индекс Юдена	Оптимальная точка отсечения
ХСН	0,76	< 0,001	0,73	0,71	1,44	ХДН ИБ
ХСН-ЛЖ	0,69	= 0,002	0,69	0,64	1,33	ХДН ИБ
ХСН-ПЖ	0,76	< 0,001	0,74	0,69	1,43	ХДН ИБ
ХСН-ЛЖ/ПЖ	0,69	= 0,002	0,69	0,63	1,32	ХДН ИБ

AUC – площадь под ROC-кривой на графике в системе координат «1-специфичность» – «чувствительность». Se – чувствительность. Sp – специфичность.  
p – вероятность отвергнуть верную нулевую гипотезу или ошибка I рода. ХСН – хроническая сердечная недостаточность. ХСН-ЛЖ – хроническая сердечная недостаточность с вовлечением левых отделов сердца. ХСН-ПЖ – хроническая сердечная недостаточность с вовлечением правых отделов сердца.  
ХСН-ЛЖ/ПЖ – хроническая сердечная недостаточность с вовлечением обоих желудочков. ХДН – хроническая дыхательная недостаточность.

CHF	AUC	p	Se	Sp	Youden index	Optimal cut-off point
CHF	0.76	< 0.001	0.73	0.71	1.44	CRF IIB
CHF-LV	0.69	= 0.002	0.69	0.64	1.33	CRF IIB
CHF-RV	0.76	< 0.001	0.74	0.69	1.43	CRF IIB
CHF-LV/RV	0.69	= 0.002	0.69	0.63	1.32	CRF IIB

AUC is the area under the ROC-curve on the graph in the coordinate system "1-specificity" – "sensitivity". Se – sensitivity. Sp – specificity.  
p – probability of rejecting a true null hypothesis or error of type I. CHF – chronic heart failure. CHF-LH – chronic heart failure with involvement of the left heart.  
CHF-PH – chronic heart failure with right heart involvement. CHF-LH/PH – chronic heart failure with involvement of both ventricles. CRF – chronic respiratory failure.

Таблица 4. Результаты определения оптимальной точки отсечения, которая разделяет степени ХДН на две категории: ассоциированные с развитием ХСН и не ассоциированные с развитием ХСН, у пациентов с ХОБЛ (N = 100)

Table 4. Results of determining the optimal cut-off point, which divides the degrees of CRF into two categories: those associated with the development of CHF and those not associated with the development of CHF, in patients with COPD (N = 100)

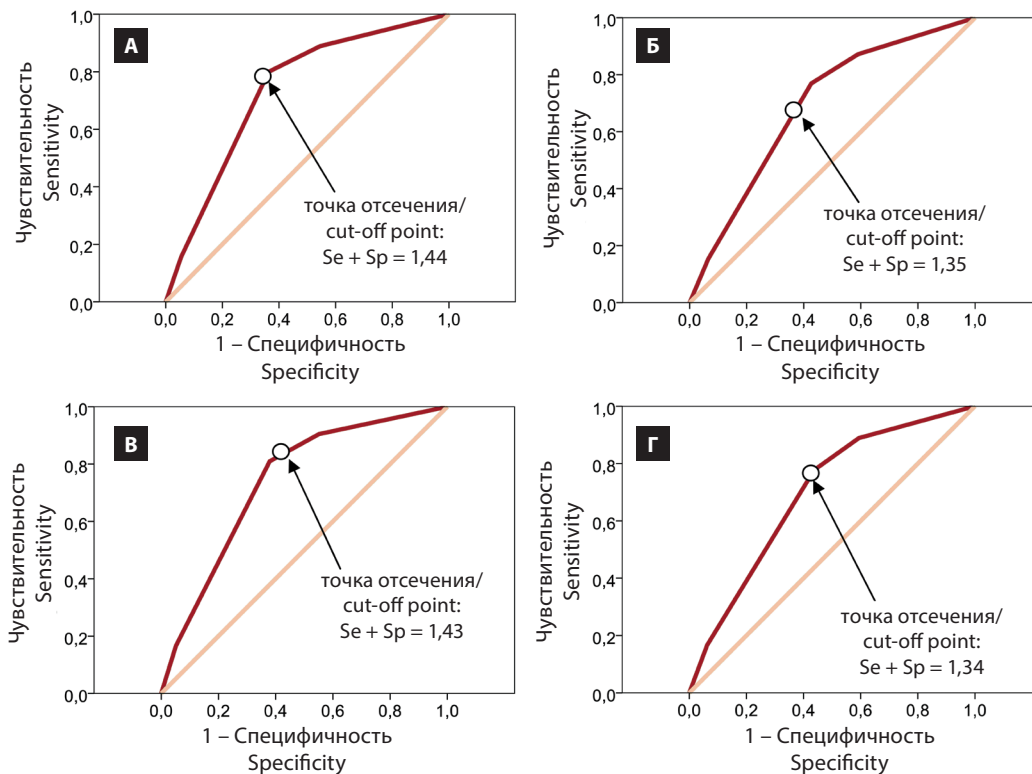


Рисунок 2. Результаты ROC-анализа с определением оптимальной точки отсечения, которая соответствует максимальной сумме чувствительности (Se) и специфичности (Sp) и разделяет нарушения НГАК на две категории (ассоциированные с развитием ХСН и не ассоциированные с развитием ХСН).

А. ROC-кривая, соответствующая связи НГАК и ХСН; Б. ROC-кривая, соответствующая связи НГАК и ХСН-ЛЖ; В. ROC-кривая, соответствующая связи НГАК и ХСН-ПЖ; Г. ROC-кривая, соответствующая связи НГАК и ХСН-ЛЖ/ПЖ.

ROC – от receiver operating characteristic. Se – чувствительность. Sp – специфичность. НГАК – нарушения насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом. ХСН – хроническая сердечная недостаточность. ХСН-ЛЖ – хроническая сердечная недостаточность с вовлечением левых отделов сердца. ХСН-ПЖ – хроническая сердечная недостаточность с вовлечением правых отделов сердца. ХСН-ЛЖ/ПЖ – хроническая сердечная недостаточность с вовлечением обоих желудочков.

Figure 2. The results of the ROC analysis with the determination of the optimal cut-off point, which corresponds to the maximum sum of sensitivity (Se) and specificity (Sp) and divides DHAB into two categories (associated with the development of CHF and not associated with the development of CHF).

A. ROC-curve corresponding to the correlation of DHAB and CHF; Б. ROC-curve corresponding to the correlation of DHAB and CHF-LV; В. ROC-curve corresponding to the correlation of DHAB and CHF-LV/RV.

ROC – from receiver operating characteristic. Se – sensitivity. Sp – specificity. DHAB - disorders of arterial blood hemoglobin oxygen saturation. CHF-LH – chronic heart failure with involvement of the left heart. CHF-PH – chronic heart failure with right heart involvement. CHF-LH/PH – chronic heart failure with involvement of both ventricles.



**Таблица 5.** Результаты определения оптимальной точки отсечения, которая разделяет выраженность нарушений НГАК на две категории: ассоциированные с развитием ХСН и не ассоциированные с развитием ХСН, у пациентов с ХОБЛ (N = 100)

ХСН	AUC	p	Se	Sp	Индекс Юдена	Оптимальная точка отсечения
ХСН	0,74	< 0,001	0,80	0,64	1,44	НГАК НД < 90%
ХСН-ЛЖ	0,69	= 0,001	0,77	0,58	1,35	НГАК НД < 90%
ХСН-ПЖ	0,74	< 0,001	0,81	0,62	1,43	НГАК НД < 90%
ХСН-ЛЖ/ПЖ	0,70	= 0,001	0,78	0,56	1,34	НГАК НД < 90%

AUC – площадь под ROC-кривой на графике в системе координат «1-специфичность» – «чувствительность». Se – чувствительность. Sp – специфичность. p – вероятность отвергнуть верную нулевую гипотезу или ошибка I рода. ХСН – хроническая сердечная недостаточность. ХСН-ЛЖ – хроническая сердечная недостаточность с вовлечением левых отделов сердца. ХСН-ПЖ – хроническая сердечная недостаточность с вовлечением правых отделов сердца. ХСН-ЛЖ/ПЖ – хроническая сердечная недостаточность с вовлечением обоих желудочков. НГАК – нарушения насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом. НД – нагрузочная десатурация.

**Table 5.** Results of determining the optimal cut-off point, which divides the severity of AOS disorders into two categories: those associated with the development of CHF and those not associated with the development of CHF, in patients with COPD (N = 100)

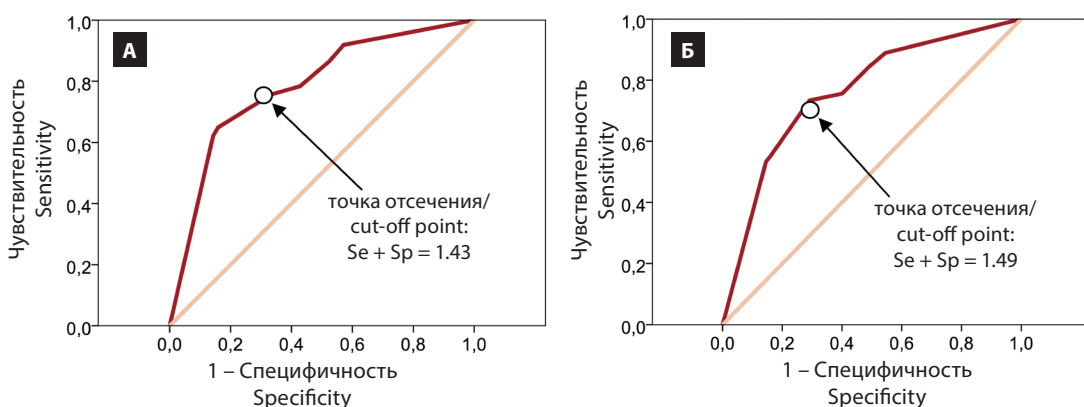
CHF	AUC	p	Se	Sp	Youden Index	Optimal cut-off point
CHF	0.74	< 0.001	0.80	0.64	1.44	DHAB LD < 90%
CHF-LV	0.69	= 0.001	0.77	0.58	1.35	DHAB LD < 90%
CHF-RV	0.74	< 0.001	0.81	0.62	1.43	DHAB LD < 90%
CHF-LV/RV	0.70	= 0.001	0.78	0.56	1.34	DHAB LD < 90%

AUC is the area under the ROC-curve on the graph in the coordinate system “1-specificity” – “sensitivity”. Se – sensitivity. Sp – specificity. p – probability of rejecting a true null hypothesis or error of type I. CHF-LH – chronic heart failure with involvement of the left heart. CHF-PH – chronic heart failure with right heart involvement. CHF-LH/PH – chronic heart failure with involvement of both ventricles. CRF – chronic respiratory failure. DHAB – disorders of arterial blood hemoglobin oxygen saturation. LD – loading desaturation.

ной логистической регрессии и ROC-анализ с расчетом AUC, Se, Sp и индекса Юдена. Оптимальная точка отсечения, которая отделяет ХСН NYHA ФКIII от остальных пациентов с ХСН и лиц без ХСН, соответствует степени ХДН IIIA (рис. 3А). AUC составила 0,77, Se – 0,71, Sp – 0,72, индекс Юдена – 1,43. Оптимальная точка отсечения, которая отделяет ХСН NYHA ФКII и ФКIII от пациентов с ХСН NYHA ФКI и лиц без ХСН, также соответствует степени ХДН IIIA. AUC составила 0,78, Se – 0,65, Sp – 0,84, индекс Юдена – 1,49 (рис. 3Б). Оптимальная точка отсе-

чения, которая отделяет ХСН NYHA ФКI, ФКII и ФКIII от лиц без ХСН, соответствует степени ХДН IIB (рис. 1А). AUC составила 0,76, Se – 0,73, Sp – 0,71, индекс Юдена – 1,44 (табл. 4). Таким образом, хронической сердечной недостаточности NYHA ФКII и ФКIII соответствуют степени ХДН IIIA и IIIB, ХСН NYHA ФКI соответствует степень ХДН IIB. Степени ХДН IA, IB, IIA не ассоциированы с развитием ХСН.

Установлена достоверная взаимосвязь НГАК и стадий ХСН по NYHA: с нарастанием выраженности НГАК нарастает ФК NYHA



**Рисунок 3.** Результаты ROC-анализа с определением оптимальной точки отсечения, которая соответствует максимальной сумме чувствительности (Se) и специфичности (Sp) и разделяет степени ХДН на категории, связанные с функциональными классами NYHA ХСН. А. ROC-кривая, соответствующая связи ХДН и ХСН NYHA ФКIII; Б. ROC-кривая, соответствующая связи ХДН и ХСН NYHA ФКII и ФКIII.

ROC – от receiver operating characteristic. Se – чувствительность. Sp – специфичность. ХДН – хроническая дыхательная недостаточность. ХСН – хроническая сердечная недостаточность. NYHA – классификация хронической сердечной недостаточности Нью-Йоркской кардиологической ассоциации. ФКI, ФКII, ФКIII – функциональные классы согласно классификации хронической сердечной недостаточности Нью-Йоркской кардиологической ассоциации.

**Figure 3.** The results of the ROC analysis with the determination of the optimal cut-off point, which corresponds to the maximum sum of sensitivity (Se) and specificity (Sp) and divides the degrees of CRF into categories related to the functional classes of NYHA CHF. A. ROC-curve corresponding to the correlation of CRF and CHF NYHA FCII; Б. ROC-curve corresponding to the correlation of CRF and CHF NYHA FCII and FCIII.

ROC – from receiver operating characteristic. Se – sensitivity. Sp – specificity. CHF – chronic heart failure. CRF – chronic respiratory failure. NYHA – chronic heart failure classification of the New York Heart Association. FCI, FCII, FCIII – functional classes according to the classification of chronic heart failure of the New York Heart Association.

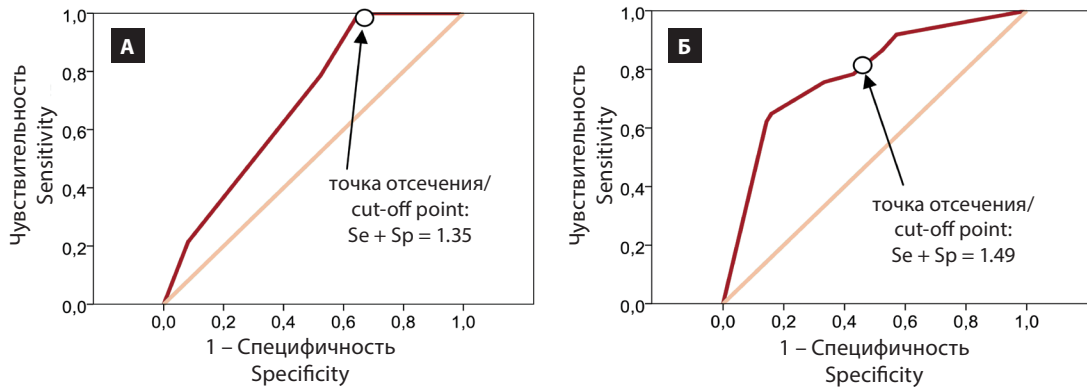


Рисунок 4. Результаты ROC-анализа с определением оптимальной точки отсечения, которая соответствует максимальной сумме чувствительности (Se) и специфичности (Sp) и разделяет НГАК на категории, связанные с функциональными классами NYHA XCH. А. ROC-кривая, соответствующая связи НГАК и XCH NYHA FCIII; Б. ROC-кривая, соответствующая связи НГАК и XCH NYHA FCII и FCIII. ROC – от receiver operating characteristic. Se – чувствительность. Sp – специфичность. XCH – хроническая сердечная недостаточность. НГАК – нарушения насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом. NYHA – классификация хронической сердечной недостаточности Нью-Йоркской кардиологической ассоциации. ФКI, ФКII, ФКIII – функциональные классы согласно классификации хронической сердечной недостаточности Нью-Йоркской кардиологической ассоциации.

Figure 4. The results of the ROC analysis with the determination of the optimal cut-off point, which corresponds to the maximum sum of sensitivity (Se) and specificity (Sp) and divides DHAB into categories related to the functional classes of NYHA CHF. A. ROC-curve corresponding to the correlation of DHAB and CHF NYHA FCIII; Б. ROC-curve corresponding to the correlation of DHAB and CHF NYHA FCII and FCIII. ROC – from receiver operating characteristic. Se – sensitivity. Sp – specificity. CHF – chronic heart failure. DHAB – disorders of arterial blood hemoglobin oxygen saturation. NYHA – chronic heart failure classification of the New York Heart Association. FC I, FCII, FCIII – functional classes according to the classification of chronic heart failure of the New York Heart Association.

(ОШ 79,5(19,5-324,1),  $\chi^2 = 23,2$ ;  $p < 0,001$ ). Для определения оптимальных точек отсечения, которые разделяют НГАК на категории, связанные с функциональными классами NYHA XCH, использован метод бинарной логистической регрессии и ROC-анализ с расчетом AUC, Se, Sp и индекса Юдена. Оптимальная точка отсечения, которая отделяет XCH NYHA FCIII от XCH NYHA ФКI, ФКII и лиц без XCH, соответствует НД > 90%. AUC составила 0,70, Se – 1,0, Sp – 0,35, индекс Юдена – 1,35 (рис. 4А). Оптимальная точка отсечения, которая отделяет XCH NYHA ФКII, ФКIII от XCH NYHA ФКI и лиц без XCH, соответствует НД < 90%. AUC составила 0,78, Se – 0,65, Sp – 0,84, индекс Юдена – 1,49 (рис. 4Б). Оптимальная точка отсечения, которая отделяет XCH NYHA ФКI, ФКII и ФКIII от лиц без XCH, соответствует НД < 90% (рис. 2А). AUC составила 0,74, Se – 0,80, Sp – 0,64, индекс Юдена – 1,44 (табл. 5). Таким образом, XCH NYHA ФКI и ФКII соответствуют такие НГАК как НД < 90% и SpO<sub>2</sub>покоя < 90%. XCH NYHA ФКIII соответствуют такие НГАК как НД > 90%, НД < 90% и SpO<sub>2</sub>покоя < 90%. Следует предположить, что на развитие XCH патогенетически оказывают влияние нарушения насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом с уровнем SpO<sub>2</sub> менее 90% как при физической нагрузке (НД < 90%), так и в покое (SpO<sub>2</sub>покоя < 90%). Для прогрессирования XCH имеют значение не только НД < 90% и SpO<sub>2</sub>покоя < 90%, но и менее выраженные нарушения насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом (НД > 90%).

При анализе клинической картины установлено, что у большинства пациентов преобладает респираторная симптоматика (кашель – 90,0%, наличие мокроты – 84,0%, одышка – 61,0%, чувство сдавления в грудной клетке – 52,0%, болевой синдром в грудной клетке – 43,0%, цианоз – 49,0%) (табл. 6).

Симптомы	%
Кашель	90,0
Мокрота	84,0
Сдавление в грудной клетке	52,0
Одышка	61,0
Перебои в работе сердца	35,0
Отеки	13,0
Боли в грудной клетке	43,0
Переменяющая хромота	7,0
Цианоз	49,0
Хрипы (влажные, крепитация)	4,0

ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких.

Symptoms	%
Cough	90.0
Sputum	84.0
Squeezing in the chest	52.0
Shortness of breath	61.0
Irregular heart beat	35.0
Swelling	13.0
Pain in the chest	43.0
Intermittent lameness	7.0
Cyanosis	49.0
Wheezing (moist, crepitation)	4.0

COPD – chronic obstructive pulmonary disease.

Таблица 6.  
Клинические симптомы у пациентов с ХОБЛ

Table 6.  
Clinical symptoms in patients with COPD

С помощью анализа таблиц сопряженности, вычисления ОШ и  $\chi^2$  оценена взаимосвязь клинических симптомов относительно установленных синдромов ХСН, ХДН. С диагностированным синдромом ХСН выявлена ассоциация таких симптомов как перебои в работе сердца, отеки нижних конеч-

ностей, цианоз, расстояние в метрах, пройденное в 6МТ, НГАК, одышка, оцененная по шкале mMRC. С синдромом ХДН ассоциированы такие симптомы как цианоз, одышка, оцененная по шкале mMRC, расстояние в метрах, пройденное в 6МТ, НГАК. Результаты анализа приведены в табл. 7.

Таблица 7.  
Ассоциация клинических симптомов с наличием ХСН и ХДН у пациентов с ХОБЛ

Симптомы	ХСН-ЛЖ (N = 39)	ХСН-ПЖ (N = 42)	ХСН-ЛЖ/ПЖ (N = 36)	Всего ХСН (N = 45)	ХДН (N = 70)
6МТ: метры					
- ОШ	6,9(2,1-12,4)	8,1(3,2-20,5)	6,2(2,5-15,4)	6,9(2,8-17,0)	4,6(1,4-14,8)
- $\chi^2$	12,8	18,4	14,9	16,6	6,5
- p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,011
НГАК					
- ОШ	4,5(1,8-10,9)	7,0(2,7-17,7)	23,8(8,1-70,2)	7,0(2,8-17,6)	891,0(61,6-12891,5)
- $\chi^2$	10,6	15,6	23,9	15,9	22,5
- p	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Одышка: mMRC					
- ОШ	3,3(1,2-9,1)	3,2(1,4-7,6)	3,1(1,1-8,2)	2,7(1,2-6,3)	3,5(1,4-8,7)
- $\chi^2$	5,3	7,0	4,8	5,4	7,3
- p	0,02	0,008	0,028	0,02	0,007
Перебои в работе сердца					
- ОШ					
- $\chi^2$	3,2(1,4-7,6)	2,6(1,1-6,1)	2,8(1,2-6,4)	3,1(1,3-7,4)	-
- p	7,0	4,8	5,5	6,5	
	0,008	0,028	0,02	0,01	
Отеки					
- ОШ	11,6(2,2-59,7)	9,9(2,0-49,9)	13,6(2,6-72,2)	8,5(1,7-41,7)	-
- $\chi^2$	8,4	7,6	9,2	6,8	
- p	0,004	0,006	0,002	0,009	
Цианоз					
- ОШ	2,3(1,0-5,2)	2,9(1,3-6,7)	3,1(1,4-7,2)	2,3(1,0-5,1)	3,9(1,5-10,1)
- $\chi^2$	4,0	6,5	7,0	3,9	7,7
- p	0,045	0,011	0,008	0,05	0,006

ХСН – хроническая сердечная недостаточность. ХСН-ЛЖ – хроническая сердечная недостаточность с вовлечением левых отделов сердца. ХСН-ПЖ – хроническая сердечная недостаточность с вовлечением правых отделов сердца. ХСН-ЛЖ/ПЖ – хроническая сердечная недостаточность с вовлечением обоих желудочков. ХДН – хроническая дыхательная недостаточность. НГАК – нарушения насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом. 6МТ – тест с шестиминутной ходьбой. mMRC – шкала оценки одышки (modified Medical Research Council). ОШ – отношение шансов. p – вероятность отвергнуть верную нулевую гипотезу или ошибка I рода.  $\chi^2$  – критерий хи-квадрат.

Table 7.  
Association of clinical symptoms with the presence of CHF and CRF in patients with COPD

Symptoms	CHF-LV (N = 39)	CHF-RV (N = 42)	CHF-LV/RV (N = 36)	Total CHF (N = 45)	CRF (N = 70)
6MT: meters					
- OR	6.9(2.1-12.4)	8.1(3.2-20.5)	6.2(2.5-15.4)	6.9(2.8-17.0)	4.6(1.4-14.8)
- $\chi^2$	12.8	18.4	14.9	16.6	6.5
- p	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.011
DHAB					
- OR	4.5(1.8-10.9)	7.0(2.7-17.7)	23.8(8.1-70.2)	7.0(2.8-17.6)	891.0(61.6-12891.5)
- $\chi^2$	10.6	15.6	23.9	15.9	22.5
- p	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Shortness of breath: mMRC					
- OR	3.3(1.2-9.1)	3.2(1.4-7.6)	3.1(1.1-8.2)	2.7(1.2-6.3)	3.5(1.4-8.7)
- $\chi^2$	5.3	7.0	4.8	5.4	7.3
- p	0.02	0.008	0.028	0.02	0.007
Irregular heartbeat					
- OR	3.2(1.4-7.6)	2.6(1.1-6.1)	2.8(1.2-6.4)	3.1(1.3-7.4)	-
- $\chi^2$	7.0	4.8	5.5	6.5	
- p	0.008	0.028	0.02	0.01	
Swelling					
- OR	11.6(2.2-59.7)	9.9(2.0-49.9)	13.6(2.6-72.2)	8.5(1.7-41.7)	-
- $\chi^2$	8.4	7.6	9.2	6.8	
- p	0.004	0.006	0.002	0.009	
Cyanosis					
- OR	2.3(1.0-5.2)	2.9(1.3-6.7)	3.1(1.4-7.2)	2.3(1.0-5.1)	3.9(1.5-10.1)
- $\chi^2$	4.0	6.5	7.0	3.9	7.7
- p	0.045	0.011	0.008	0.05	0.006

CHF – chronic heart failure. CHF-LH – chronic heart failure with involvement of the left heart. CHF-PH – chronic heart failure with right heart involvement. CHF-LH/PH – chronic heart failure with involvement of both ventricles. CRF – chronic respiratory failure. DHAB – disorders of arterial blood hemoglobin oxygen saturation. 6WT – six-minute walk test. mMRC – dyspnea rating scale (modified Medical Research Council). OR – odds ratio. p – probability of rejecting a true null hypothesis or first-order error.  $\chi^2$  – chi-square test.

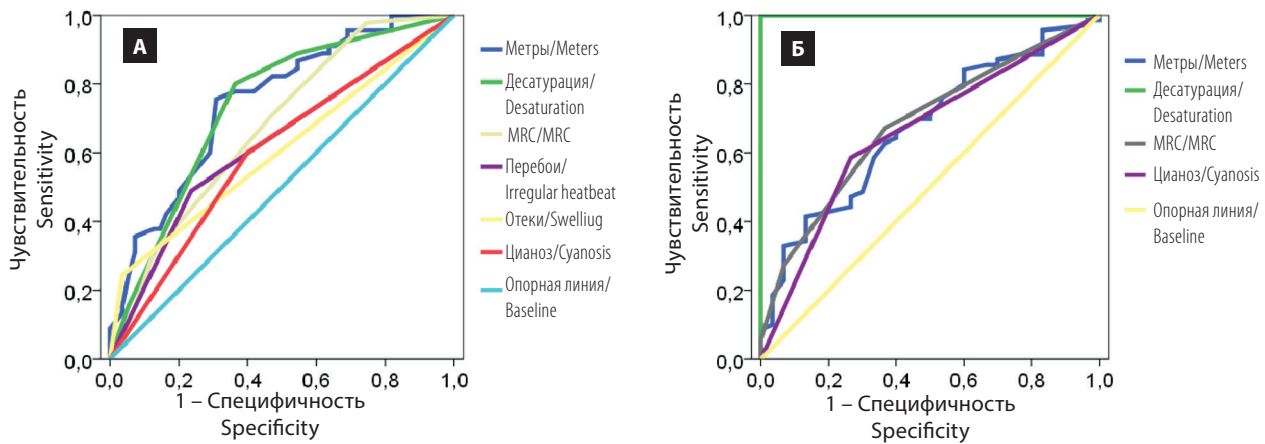


Рисунок 5. Результаты ROC-анализа клинической значимости симптомов с определением их оптимальных точек отсечения, которые соответствуют максимальной сумме чувствительности (Se) и специфичности (Sp) и отделяют лиц с синдромами ХСН, ХДН от пациентов без таковых. А. ROC-кривые, соответствующие клинической значимости симптомов в диагностике ХСН; Б. ROC-кривые, соответствующие клинической значимости симптомов в диагностике ХДН. ROC – от receiver operating characteristic. Se – чувствительность. Sp – специфичность. ХСН – хроническая сердечная недостаточность. ХДН – хроническая дыхательная недостаточность. mMRC – шкала оценки одышки (modified Medical Research Council).

Figure 5. The results of the ROC analysis of the clinical significance of symptoms with the determination of their optimal cut-off points, which correspond to the maximum sum of sensitivity (Se) and specificity (Sp) and separate individuals with CHF and CRF syndromes from the patients without them. A. ROC curves corresponding to the clinical significance of symptoms in the diagnosis of CHF; Б. ROC curves corresponding to the clinical significance of symptoms in the diagnosis of CRF. ROC – from receiver operating characteristic. Se – sensitivity. Sp – specificity. CHF – chronic heart failure. CRF – chronic respiratory failure. mMRC – dyspnea rating scale (modified Medical Research Council).

Для определения информативности симптомов в клинической диагностике синдромов ХСН и ХДН использован метод бинарной логистической регрессии и ROC-анализ с расчетом AUC, Se, Sp, индекса Юдена, позволившего определить характерные для каждого симптома оптимальные точки отсечения, отделяющие лиц с синдромами ХСН, ХДН от пациентов без таковых, а также рассчитывались +PV и -PV (рис. 5, табл. 9). В диагностике синдрома ХСН у пациентов с ХОБЛ +PV клинических симптомов варьирует от 0,6 до 0,87. Наибольшей информативностью обладают такие симптомы как отеки (+PV 0,87), пройденное расстояние в 6MT (+PV 0,71), НГАК (+PV 0,69). Для пациентов с ХОБЛ и синдромом ХСН характерно

прохождение в 6MT расстояния менее 395 метров, нарушения оксигенации гемоглобина артериальной крови кислородом на уровне НД < 90% и SpO<sub>2</sub>покоя < 90%, одышка, оцененная по шкале mMRC в 3–4 балла, наличие перебоев в работе сердца, отеков и цианоза. В диагностике синдрома ХДН у пациентов с ХОБЛ +PV клинических симптомов варьирует от 0,65 до 0,91. Наибольшей информативностью обладают такие симптомы как НГАК (+PV 0,91), пройденное расстояние в 6MT (+PV 0,76), цианоз (+PV 0,69). Для пациентов с ХОБЛ и синдромом ХДН характерно прохождение в 6MT расстояния менее 358 метров, НГАК на уровне НД > 90%, НД < 90% и SpO<sub>2</sub>покоя < 90%, одышка, оцененная по шкале mMRC в 2–4 балла, наличие цианоза.

Симптомы	AUC	Se	Sp	Индекс Юдена	+PV	-PV	Оптимальные точки отсечения
<b>Диагностика ХСН</b>							
Метры в 6MT	0,75	0,76	0,69	1,45	0,71	0,74	395 метров
НГАК	0,74	0,8	0,64	1,44	0,69	0,76	НД < 90%
Одышка по mMRC	0,68	0,71	0,53	1,24	0,60	0,65	3 балла
Перебои в работе сердца	0,63	0,49	0,76	1,25	0,67	0,6	наличие
Отеки	0,60	0,24	0,96	1,2	0,87	0,56	наличие
Цианоз	0,60	0,60	0,60	1,2	0,60	0,60	наличие
<b>Диагностика ХДН</b>							
Метры в 6MT	0,67	0,41	0,87	1,28	0,76	0,6	358 метров
НГАК	1,0	1,0	0,9	1,90	0,91	1,0	НД > 90%
Одышка по mMRC	0,68	0,67	0,63	1,30	0,65	0,66	2 балла
Цианоз	0,66	0,59	0,73	1,32	0,69	0,64	наличие

AUC – площадь под ROC-кривой на графике в системе координат «1-специфичность» – «чувствительность». Se – чувствительность. Sp – специфичность. +PV – прогностическая ценность положительного результата, -PV – прогностическая ценность отрицательного результата. ХСН – хроническая сердечная недостаточность. ХДН – хроническая дыхательная недостаточность. НГАК – нарушения насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом. НД – нагрузочная десатурация. 6MT – тест с шестиминутной ходьбой. mMRC – шкала оценки одышки (modified Medical Research Council).

Таблица 9. Результаты определения информативности симптомов в клинической диагностике синдромов ХСН и ХДН у пациентов с ХОБЛ (N = 100)

Table 9.  
Results of determining the informative value of symptoms in the clinical diagnosis of CHF and CRF syndromes in patients with COPD (N = 100)

Symptoms	AUC	Se	Sp	Youden Index	+PV	-PV	Optimal cut-off points
<b>CHF diagnosis</b>							
Meters in 6MT	0.75	0.76	0.69	1.45	0.71	0.74	395 meters
DHAB	0.74	0.8	0.64	1.44	0.69	0.76	LD < 90%
Shortness of breath in mMRC	0.68	0.71	0.53	1.24	0.60	0.65	Score 3
Irregular heartbeat	0.63	0.49	0.76	1.25	0.67	0.6	present
Swelling	0.60	0.24	0.96	1.2	0.87	0.56	present
Cyanosis	0.60	0.60	0.60	1.2	0.60	0.60	present
<b>CRF diagnosis</b>							
Meters in 6WT	0.67	0.41	0.87	1.28	0.76	0.6	358 meters
DHAB	1.0	1.0	0.9	1.90	0.91	1.0	LD > 90%
Shortness of breath in mMRC	0.68	0.67	0.63	1.30	0.65	0.66	Score 2
Cyanosis	0.66	0.59	0.73	1.32	0.69	0.64	present

AUC is the area under the ROC-curve on the graph in the coordinate system "1-specificity" – "sensitivity". Se – sensitivity. Sp – specificity. +PV – predictive value of positive result, -PV – predictive value of negative result. CHF – chronic heart failure. CRF – chronic respiratory failure. DHAB – disorders of arterial blood hemoglobin oxygen saturation. LD – loading desaturation. 6WT – six-minute walk test. mMRC – dyspnea rating scale (modified Medical Research Council).

Используя полученные данные, была построена шкала (балльная система) клинической диагностики ХСН и ХДН у пациентов с ХОБЛ, в которой симптомы оцениваются в баллах (табл. 10). Для получения оценочных баллов использован показатель ОШ. В группе симптомов, характерных для ХСН и ХДН, для каждого симптома рассчитан показатель ОШ (табл. 8). Полученное для каждого симптома значение ОШ разделено на минимальное значение ОШ в каждой группе (в группе ХСН – это ОШ для цианоза 2,3; в группе ХДН – это ОШ для одышки 3,5). Полученные результаты деления округлены до целых значений, которые и составили оценочные баллы. В дальнейшем значения баллов скорректированы с помощью логи-

стической регрессии и ROC-анализа. Общая сумма баллов всех симптомов в группе ХСН – 12, в группе ХДН – 7.

Для определения оптимальных точек отсечения сумм оценочных баллов, которые позволят диагностировать ХСН и ХДН по клиническим симптомам, использован метод бинарной логистической регрессии и ROC-анализ с расчетом AUC, Se, Sp, индекса Юдена, +PV и -PV. Для диагностики синдрома ХСН оптимальной точкой отсечения явилась сумма 5 баллов, для диагностики ХДН – 3 балла. Таким образом, при получении суммы 5 и более баллов в группе симптомов ХСН у пациента с ХОБЛ следует подозревать синдром ХСН с вероятностью 79,0% (+PV 0,79). При получении суммы 3

Таблица 10.  
Шкала клинической диагностики синдромов ХСН и ХДН с оценкой симптомов в баллах у пациентов с ХОБЛ

Симптомы	ХСН		ХДН	
	Оптимальная точка отсечения	Оценочный балл	Оптимальная точка отсечения	Оценочный балл
Метры в 6MT	менее 395 метров	2	менее 358 метров	2
НГАК	НД < 90%, SpO2покоя < 90%	3	НД > 90%, НД < 90%, SpO2покоя < 90%	3
Одышка по mMRC	3-4 балла	1	2-4 балла	1
Перебои в работе сердца	наличие	1	–	–
Отеки	наличие	4	–	–
Цианоз	наличие	1	наличие	1
Всего		12		7

ХСН – хроническая сердечная недостаточность. ХДН – хроническая дыхательная недостаточность. НГАК – нарушения насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом. НД – нагрузочная десатурация. 6MT – тест с шестиминутной ходьбой. mMRC – шкала оценки одышки (modified Medical Research Council).

Table 10.  
Scale of clinical diagnosis of CHF and CRF syndromes with symptom scores in patients with COPD

Symptoms	CHF		CRF	
	Optimal cut-off point	Score	Optimal cut-off point	Score
Meters in 6MT	Less than 395 meters	2	Less than 358 meters	2
DHAB	LD < 90%, SpO2rest < 90%	3	LD > 90%, LD < 90%, SpO2rest < 90%	3
Shortness of breath in mMRC	Score 3-4	1	Score 2-4	1
Irregular heart beat	present	1	–	–
Swelling	present	4	–	–
Cyanosis	present	1	present	1
Total		12		7

CHF – chronic heart failure. CRF – chronic respiratory failure. DHAB – disorders of arterial blood hemoglobin oxygen saturation. LD – loading desaturation. 6WT – six-minute walk test. mMRC – dyspnea rating scale (modified Medical Research Council).

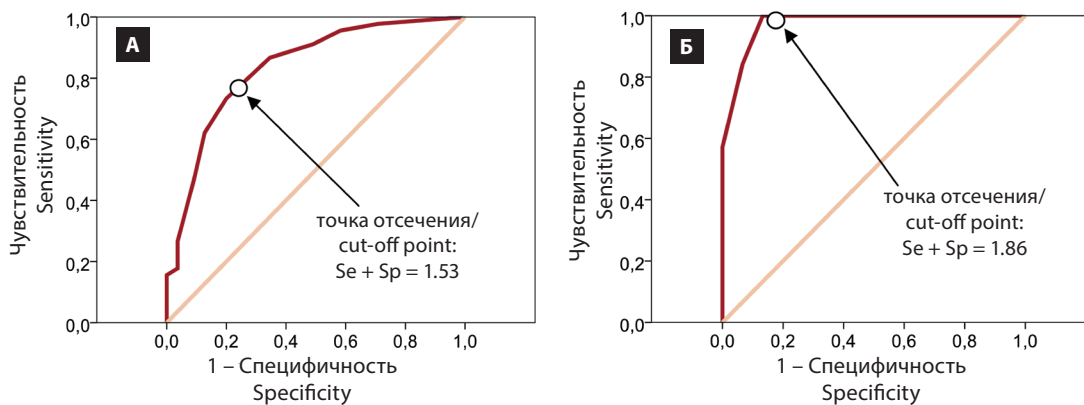


Рисунок 6. Результаты ROC-анализа, проведенного для определения оптимальных точек отсечения сумм оценочных баллов, которые отделяют лиц с синдромами ХСН, ХДН от пациентов без таковых и соответствуют наибольшему значению индекса Юдена (максимальной сумме чувствительности (Se) и специфичности (Sp)). А. ROC-кривая, соответствующая балльной оценке в диагностике ХСН; Б. ROC-кривая, соответствующая балльной оценке в диагностике ХДН. ROC – от receiver operating characteristic. Se – чувствительность. Sp – специфичность. ХСН – хроническая сердечная недостаточность. ХДН – хроническая дыхательная недостаточность.

Figure 6. The results of the ROC analysis carried out to determine the optimal cut-off points for the sums of scores that separate individuals with CHF and CRF syndromes from patients without them and correspond to the highest value of the Youden index (the maximum sum of sensitivity (Se) and specificity (Sp)). A. ROC-curve corresponding to the score in the diagnosis of CHF; B. ROC-curve corresponding to the score in the diagnosis of CRF. ROC – from receiver operating characteristic. Se – sensitivity. Sp – specificity. CHF – chronic heart failure. CHF – chronic heart failure. CRF – chronic respiratory failure.

и более баллов в группе симптомов ХДН у пациента с ХОБЛ следует подозревать синдром ХДН с вероятностью 88,0% (+PV 0,88) (рис. 6, табл. 11). Чувствительность и специфичность, прогностическая ценность по-

ложительного и отрицательного результата для каждого значения оценочного балла в клинической диагностике синдромов ХСН и ХДН у пациентов с ХОБЛ приведена в табл. 12.

Симптомы	AUC	Se	Sp	Индекс Юдена	+PV	-PV	Оптимальная точка отсечения
<b>Диагностики ХСН</b>							
Сумма в баллах	0,84	0,73	0,80	1,53	0,79	0,75	5 баллов
<b>Диагностика ХДН</b>							
Сумма в баллах	0,98	0,99	0,87	1,86	0,88	0,98	3 балла

AUC – площадь под ROC-кривой на графике в системе координат «1-специфичность» – «чувствительность». Se – чувствительность. Sp – специфичность. +PV – прогностическая ценность положительного результата, -PV – прогностическая ценность отрицательного результата. ХСН – хроническая сердечная недостаточность. ХДН – хроническая дыхательная недостаточность.

Symptoms	AUC	Se	Sp	Youden index	+PV	-PV	Optimal cut-off point
<b>CHF diagnosis</b>							
Total score	0.84	0.73	0.80	1.53	0.79	0.75	Score 5
<b>CRF diagnosis</b>							
Total score	0.98	0.99	0.87	1.86	0.88	0.98	Score 3

AUC is the area under the ROC-curve on the graph in the coordinate system "1-specificity" – "sensitivity". Se – sensitivity. Sp – specificity. +PV – predictive value of positive result, -PV – predictive value of negative result. CHF – chronic heart failure. CRF – chronic respiratory failure.

Балл шкалы	Вероятность ХСН/ХДН	Se	Sp	+PV	-PV
<b>Диагностика ХСН</b>					
1	0,13	0,97	0,35	0,60	0,92
2	0,20	0,93	0,46	0,63	0,88
3	0,29	0,89	0,58	0,68	0,84
4	0,41	0,80	0,73	0,74	0,79
5	<b>0,53</b>	<b>0,68</b>	<b>0,84</b>	<b>0,79</b>	<b>0,75</b>
6	0,65	0,54	0,89	0,83	0,66
7	0,76	0,36	0,94	0,85	0,59
8	0,84	0,22	0,96	0,86	0,55
9	0,90	0,17	0,98	0,91	0,54

Таблица 11. Результаты определения информативности балльной оценки симптомов в клинической диагностике синдромов ХСН и ХДН у пациентов с ХОБЛ

Table 11. Results of determining the informative value of the symptom score in the clinical diagnosis of CHF and CRF syndromes in patients with COPD

Таблица 12. Чувствительность и специфичность, прогностическая ценность положительного и отрицательного результата для каждого значения оценочного балла в клинической диагностике синдромов ХСН и ХДН у пациентов с ХОБЛ

Балл шкалы	Вероятность ХСН/ХДН	Se	Sp	+PV	-PV
10	0,93	0,14	1,00	1,16	0,54
11	0,96	0,12	1,00	1,00	0,53
12	0,97	0,00	1,00	1,00	0,50
<b>Диагностика ХДН</b>					
1	0,02	1,00	0,57	0,70	1,00
2	0,12	1,00	0,77	0,81	1,00
<b>3</b>	<b>0,50</b>	<b>0,98</b>	<b>0,87</b>	<b>0,88</b>	<b>0,98</b>
4	0,88	0,79	0,95	0,94	0,82
5	0,98	0,56	1,00	1,00	0,69
6	1,00	0,42	1,00	1,00	0,63
7	1,00	0	1,00	1,00	0,50

AUC – площадь под ROC-кривой на графике в системе координат «1-специфичность» – «чувствительность». Se – чувствительность. Sp – специфичность. +PV – прогностическая ценность положительного результата, -PV – прогностическая ценность отрицательного результата. ХСН – хроническая сердечная недостаточность. ХДН – хроническая дыхательная недостаточность.

Table 12. Sensitivity and specificity, prognostic value of positive and negative results for each value of the score in the clinical diagnosis of CHF and CRF syndromes in patients with COPD

Score	Probability of CHF/CRF	Se	Sp	+PV	-PV
<b>CHF diagnosis</b>					
1	0.13	0.97	0.35	0.60	0.92
2	0.20	0.93	0.46	0.63	0.88
3	0.29	0.89	0.58	0.68	0.84
4	0.41	0.80	0.73	0.74	0.79
<b>5</b>	<b>0.53</b>	<b>0.68</b>	<b>0.84</b>	<b>0.79</b>	<b>0.75</b>
6	0.65	0.54	0.89	0.83	0.66
7	0.76	0.36	0.94	0.85	0.59
8	0.84	0.22	0.96	0.86	0.55
9	0.90	0.17	0.98	0.91	0.54
10	0.93	0.14	1.00	1.16	0.54
11	0.96	0.12	1.00	1.00	0.53
12	0.97	0.00	1.00	1.00	0.50
<b>CRF diagnosis</b>					
1	0.02	1.00	0.57	0.70	1.00
2	0.12	1.00	0.77	0.81	1.00
<b>3</b>	<b>0.50</b>	<b>0.98</b>	<b>0.87</b>	<b>0.88</b>	<b>0.98</b>
4	0.88	0.79	0.95	0.94	0.82
5	0.98	0.56	1.00	1.00	0.69
6	1.00	0.42	1.00	1.00	0.63
7	1.00	0	1.00	1.00	0.50

AUC is the area under the ROC-curve on the graph in the coordinate system "1-specificity" – "sensitivity". Se – sensitivity. Sp – specificity. +PV – predictive value of positive result, -PV – predictive value of negative result. CHF – chronic heart failure. CRF – chronic respiratory failure.

На рис. 7 приведен алгоритм диагностики ХСН и ХДН у пациентов с ХОБЛ, разработанный на основе полученных данных. У пациента с ХОБЛ проводится клиническая оценка симптомов: одышки, отеков, цианоза, перебоев в работе сердца. После чего проводится тест с 6-минутной ходьбой и регистрацией SpO<sub>2</sub> во время нагрузки, позволяющий оценить пройденное расстояние и НГАК. После этого полученные результаты оцениваются по шкале клинической диагностики ХСН и ХДН (табл. 10). При получении суммы 5 баллов и более в группе симптомов ХСН у пациента с ХОБЛ высока вероятность наличия синдрома ХСН. При получении суммы 3 и более баллов в группе симптомов ХДН у пациента с ХОБЛ высока вероятность наличия синдрома ХДН. В том случае, если

установлена степень ХДН ИБ и выше, выявлены НГАК любой выраженности, вероятность синдрома ХСН расценивается как высокая. При высокой вероятности ХСН выполняются анализ крови на BNP/NT-proBNP и ЭхоКГ для выявления признаков ремоделирования левых и правых отделов сердца.

## Выводы

1. У пациентов с ХОБЛ синдром ХСН встречается у 45,0% пациентов. При этом преобладает вариант, характеризующийся вовлечением как правых, так и левых отделов сердца. Пациенты с вариантом ХСН со снижением ФВ левого желудочка, прогноз которых способно улучшить разработанное на современном этапе с позиций доказательной медицины

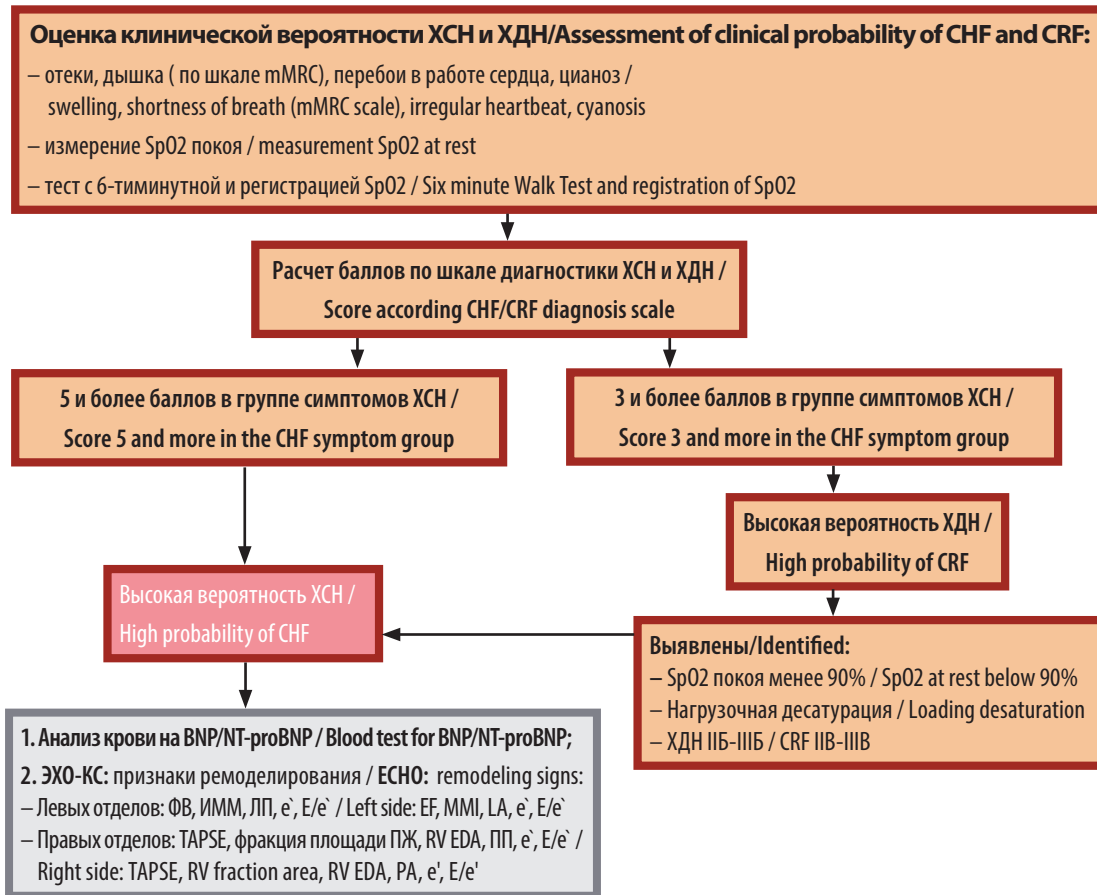


Рисунок 7. Алгоритм диагностики ХСН и ХДН у пациентов с ХОБЛ.

ХСН – хроническая сердечная недостаточность. ХДН – хроническая дыхательная недостаточность. 6МТ – тест с шестиминутной ходьбой. mMRC – шкала оценки одышки (modified Medical Research Council). SpO2 – насыщение гемоглобина артериальной крови кислородом. ФВ – фракция выброса. BNP – мозговой натрийуретический пептид. NT-BNP – N-терминальный пропептид мозгового натрийуретического пептида типа В. ИММ – индекс массы миокарда левого желудочка. ЛП – левое предсердие; E – первый пик скорости движения крови через митральный клапан (PW-доплер). e' – среднее значение скоростей продольной экскурсии боковой стенки и межжелудочковой перегородки у основания митрального кольца (4-х камерная позиция, тканевой доплер). ПЖ – правый желудочек. ПП – правое предсердие. TAPSE – продольная экскурсия трикуспидального кольца (4-х камерная позиция, М-режим). RV EDA – площадь правого желудочка в диастолу (4-х камерная позиция). E – первый пик скорости движения крови через трикуспидальный клапан (PW-доплер). e' – скорость продольной экскурсии боковой стенки ПЖ у основания трикуспидального кольца (4-х камерная позиция, тканевой доплер).

Figure 7. Algorithm for the diagnosis of CHF and CRF in patients with COPD.

CHF – chronic heart failure. CRF – chronic respiratory failure. mMRC – dyspnea rating scale (modified Medical Research Council). SpO2 – hemoglobin saturation of arterial blood with oxygen. EF – ejection fraction. BNP – brain natriuretic peptide. NT-BNP – N-terminal propeptide of brain natriuretic peptide type B. LA – left atrium; MMI – left ventricular myocardial mass index. E – the first peak of the velocity of the blood flow through the mitral valve (PW-doppler). e' – the average value of the velocities of the longitudinal excursion of the lateral wall and interventricular septum at the base of the mitral ring (4-chamber view, tissue doppler). TAPSE – tricuspid annular plane systolic excursion (4-chamber view, M-mode). RV EDA – right ventricular end-diastolic area (4-chamber view). RA – right atrium. E – the first peak of the velocity of the blood flow through the tricuspid valve (PW-Doppler). e' – longitudinal excursion velocity of the RV lateral wall at the base of tricuspid ring (4-chamber view, tissue Doppler).

ны лечение, составили всего 12,0%. Синдром ХДН выявлен у 70,0% наблюдаемой группы пациентов с ХОБЛ.

2. Степени ХДН IIB, IIIA, IIIB ассоциированы с синдромом ХСН. При этом NYHA ФК I ассоциирован с ХДН IIB; NYHA ФК II и ФК III ассоциированы с ХДН IIIA, IIIB. Патогенетическую роль в развитии синдро-

ма ХСН играют нарушения насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом – НД < 90%, SpO2покоя < 90%. NYHA ФК I и ФК II ассоциированы с НД < 90% и SpO2покоя < 90%; NYHA ФК III ассоциирован с любыми нарушениями гемоглобина артериальной крови кислородом – НД > 90%, НД < 90%, SpO2покоя < 90%.



3. Информативными для диагностики синдрома ХСН являются симптомы: пройденное расстояние менее 395 метров в тесте 6-минутной ходьбы, нарушения насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом – НД < 90%, SpO<sub>2</sub>покоя < 90%, одышка, оцененная в 3–4 балла по шкале mMRC, перебои в работе сердца, цианоз. Для диагностики синдрома ХДН информативны симптомы: пройденное расстояние менее 358 метров в тесте 6-минутной ходьбы, нарушения насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом – НД > 90%, НД < 90%, SpO<sub>2</sub>покоя < 90%, одышка, оцененная в 2–4 балла по шкале mMRC, цианоз. В клинической практике целесообразно использовать раз-

работанную авторами шкалу клинической диагностики ХСН и ХДН, присваивающую каждому симптому определенный балл и оценивающую совокупность симптомов по сумме баллов. Вероятность установить наличие синдрома ХСН по совокупности приведенных симптомов составляет 79,0%, синдрома ХДН – 88,0%.

4. Предложенное авторами сочетание показателей, характеризующее ремоделирование правых отделов сердца у пациентов с ХОБЛ при выполнении ЭхоКГ, способствовало адекватной диагностике ХСН с вовлечением правых отделов сердца и может быть рекомендовано для широкой клинической практики.

## REFERENCES

- Agusti A., Vogelmeier C., Papi A. Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. Report, 2021, 152 p.
- WHO. The top 10 causes of death in the world [electronic resource]. 2018. Available at: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>.
- Sin D.D., Anthonisen N.R., Soriano J.B., Agusti A. G. Mortality in COPD: role of comorbidities. *Eur Respir J*, 2006, vol. 28, pp. 1245–1257. doi: 10.1183/09031936.00133805.
- Müllerova H., Agusti A., Erqou S. Cardiovascular Comorbidity in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Systematic Literature Review. *Chest*, 2013, vol. 144, no. 4, pp. 11163–11178.
- Bleumink G.S., Knetsch A.M., Sturkenboom M.C.J.M., Straus S.M.J.M., Hofman A., Deckers J.W., Wittman J.C.M., Stricker B.H.C. Quantifying the heart failure epidemic: prevalence, incidence rate, lifetime risk and prognosis of heart failure The Rotterdam Study. *Eur Heart J*, 2004, vol. 25, no. 18, pp. 1614–1619. [https://doi: 10.1016/j.ehj.2004.06.038](https://doi.org/10.1016/j.ehj.2004.06.038).
- Dharmarajan K., Rich M.W. Epidemiology, Pathophysiology, and Prognosis of Heart Failure in Older Adults. *Heart Fail Clin*, 2017, vol. 13, no. 3, pp. 417–426. [https://doi: 10.1016/j.hfc.2017.02.001](https://doi.org/10.1016/j.hfc.2017.02.001).
- Ponikowski P., Voors A.A., Anker S.D., Bueno H., Cleland J.G.F., Coats A.J.S., Falk V., José González-Juanatey R., Harjola V.-P., Jankowska E.A., Jessup M. et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J*, 2016, vol. 37, no. 27, pp. 2129–2200.
- Güder G., Störk S. COPD and heart failure: differential diagnosis and comorbidity. *Herz*, 2019, vol. 44, no. 6, pp. 502–508. [https://doi: 10.1007/s00059-019-4814-7](https://doi.org/10.1007/s00059-019-4814-7).
- Chuchalin A.G. Pravozheludochkovaya serdechnaya nedostatochnost [Right ventricular heart failure]. *Pulmonologiya = Pulmonology*, 2019, vol. 29, no. 2, pp. 135–147. (in Russian).
- Vatutin N.T., Smirnova A.S., Gasendich E.S. Hronicheskaya serdechnaya nedostatochnost ishemičeskogo gena: mesto hronicheskoy obstruktivnoy bolezni legkih [Chronic ventricular heart failure of ischemic genesis: the place of chronic obstructive pulmonary disease]. *Rossiyskiy kardiologicheskij zhurnal = Russian Journal of Cardiology*, 2016, no. 8, pp. 96–104. (in Russian).
- Karoli N.A., Borodkin A.V., Rebrov A.P. Hronicheskaya serdechnaya nedostatochnost razlichnogo gena u bolnih hronicheskoy obstruktivnoy bolezni legkih [Chronic heart failure of different genesis in patients with chronic obstructive pulmonary disease]. *Pulmonologiya = Pulmonology*, 2016, no. 1, pp. 38–45. (in Russian).
- Davidovskaya E.I., Zueva P.N., Manichev I.A. Kompleksnoye issledovaniye respiratornoy funktsii legkih v klinicheskoy praktike [Comprehensive study of respiratory lung function in clinical practice]: Uchebno-metodicheskoye posobiye, Minsk, 2012. 78 p. (in Russian).
- Evsechik E.S., Potapova I.I. Hronicheskaya obstruktivnaya bolezni legkih: sovremeniye podhodi k diagnostike i lecheniyu s uchedom komorbidnosti [Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Modern Approaches to Diagnosis and Treatment with Consideration of Comorbidity]: Prakticheskoye posobiye dlya vrachey. Gomel: GU RNPС RMIeCH, 2019, 24p. (in Russian).
- Dyspnea. Mechanisms assessment, and management: a consensus statement. *Am. J. Respir. Crit. Care. Med*, 1999, vol. 159, no. 1, pp. 321–340. [https://doi: 10.1164/ajrccm.159.1.ats898](https://doi.org/10.1164/ajrccm.159.1.ats898).
- Shik L.L., Kanaev N.N. O formah i stepeniah nedostatochnosti vneshnego dihaniya [On the forms and degrees of external respiratory failure]: Rukovodstvo po klinicheskoy fiziologii dihaniya, Leningrad: Medicina, 1980, ch. 14, pp. 346–358. (in Russian).
- Lapitski D.V., Mitkovskaya N.P., Yermolkevich R.F., Ryapolov A.N., Pupkevich V.A., Chirikova T.V. Sposob diagnostiki dihatelnoy nedostatochnosti [A way to diagnose respiratory failure]. *Instrukciya po primeniyu*, Minsk, 2020, p. 8. (in Russian).
- Ewald B., Ewald D., Thakkinstant A. Meta-analysis of B type natriuretic peptide and N-terminal pro B natriuretic peptide in the diagnosis of clinical heart failure and population screening for left ventricular systolic dysfunction. *Intern Med J*, 2008, vol. 38, no. 2, pp. 101–113. [https://doi: 10.1111/j.1445-5994.2007.01454.x](https://doi.org/10.1111/j.1445-5994.2007.01454.x).
- Goetze J.P., Bruneau D.G., Ramos H.R., Ogawa T., de Bold M.K., de Bold A.J. Cardiac natriuretic peptides. *Nat Rev Cardiol*, 2020, vol. 17, no. 11, pp. 698–717. [https://doi: 10.1038/s41569-020-0381-0](https://doi.org/10.1038/s41569-020-0381-0).
- Oremus M., McKelvie R., Don-Wauchope A., Santaguida P.L., Ali U., Balion C., Hill S., Booth R., Brown J.A., Bustamam A., Soheli N., R. Parminder A systematic review of BNP and NT-proBNP in the management of heart failure: overview and methods. *Heart Fail Rev*, 2014, vol. 19, no. 4, pp. 413–419. [https://doi: 10.1007/s10741-014-9440-0](https://doi.org/10.1007/s10741-014-9440-0).
- Lewis R.A., Durrington Ch., Condliffe R., Kiely D.G. BNP/NT-proBNP in pulmonary arterial hypertension: time for point-of-care testing? *Eur Respir Rev*, 2020, vol. 29, no. 156, pp. 200009. [https://doi: 10.1183/16000617.0009-2020](https://doi.org/10.1183/16000617.0009-2020).
- Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults. *Eur Heart J*, 2015, no. 16, pp. 233–271.
- Trisvetova E.L., Zibalova T.S., Ponomarenko I.N. Hronicheskaya pravozheludochkovaya serdechnaya nedostatochnost: prichini, diagnostika, lecheniye [Chronic right ventricular heart failure: causes, diagnosis, treatment]. *Medicinskiye novosti = Medical news*, 2017, no. 1, pp. 31–36. (in Russian).
- Atroschenko E.S., Kurl'yanskaya E.K. Diagnostika i lecheniye hronicheskoi serdechnoi nedostatochnosti [Diagnosis and treatment of chronic heart failure]. *Natsionalniye rekomendacii*, Minsk, 2010, p. 64. (in Russian).
- Petri A., Sebin K. Naglyadnaya medicinskaya statistika [Visual medical statistics]. Moskva: Geotar-Media, 2009, pp. 43–44. (in Russian).
- Rebrova O.Y. Statisticheskij analiz medicinskih dannih. Primeneniye prikladnih programm STATISTICA [Statistical analysis of medical data. Application of Applied STATISTICA Programs]. Moskva: Media Sfera, 2002, ch. 11, pp. 157–184. (in Russian).
- Halafyan A.A. Statistika 6. Matematicheskaya statistika s elementami teorii veroyatnostey [Mathematical statistics with elements of probability theory]. Moskva: Binom. 2010, 496 p. (in Russian).
- Grigiryev S.G., Lobzin Y.V., Skripchenko N.V. Rol i mesto logisticheskoy regressii i ROC-analisa v reshenii medicinskih diagnosticheskikh zadach [Role and place of logistic regression and ROC-analysis in solving medical diagnostic problems]. *Zhurnal infektologii = Journal of infectiology*, 2016, vol. 8, no. 4, pp. 37–45. (in Russian).

Поступила 05.05.2022