

УДК 616.24-008.811.6-036.12:616-036.65-037

DOI: 10.36604/1998-5029-2025-98-68-74

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКА ЧАСТЫХ ОБОСТРЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНЬЮ ЛЕГКИХ

Т.В.Сычева, Ю.М.Перельман

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания», 675000, г. Благовещенск, ул. Калинина, 22

РЕЗЮМЕ. Цель. Оценить возможности прогнозирования риска частых обострений у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) с использованием показателей функционального состояния кардиореспираторной системы. **Материалы и методы.** В одногодичное проспективное одноцентровое исследование было включено 85 пациентов с обострением ХОБЛ, из которых по результатам наблюдения в течение года были сформированы две группы. В 1 группу вошли пациенты ($n = 28$) с одним обострением или отсутствием обострений за год, во 2 группу – пациенты ($n = 57$) с 2 и более обострениями в течение года, имевшие более выраженные нарушения функции внешнего дыхания и сердечной деятельности. Комплексное клинико-функциональное обследование включало заполнение вопросников CAT, mMRC, KOP-25, исследование функции внешнего дыхания и эхокардиографическое исследование. **Результаты.** По данным дискриминантного анализа были созданы две модели прогнозирования с высокой эффективностью позволяющие выделять пациентов с повышенным риском частых обострений в течение года. В качестве предикторов использовались результаты оценки по вопросникам, показатели внешнего дыхания (объем форсированного выдоха за 1 секунду, максимальная объемная скорость выдоха на уровне 50%) и эхокардиографические параметры (толщина межжелудочковой перегородки и смещение трикуспидального кольца в систолу – TAPSE). **Заключение.** Полученные модели могут быть использованы для разработки технологии прогнозирования неблагоприятного течения ХОБЛ с целью обеспечения персонализированного подхода при выборе лечения пациентов с высоким риском развития обострений.

Ключевые слова: хроническая обструктивная болезнь легких, прогнозирование, частые обострения, функциональные показатели, эхокардиография, межжелудочковая перегородка, TAPSE, MOC₅₀.

PREDICTING THE RISK OF FREQUENT EXACERBATIONS IN PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

T.V.Sycheva, J.M.Perelman

Far Eastern Scientific Center of Physiology and Pathology of Respiration, 22 Kalinina Str., Blagoveshchensk, 675000,
Russian Federation

SUMMARY. Aim. To study the possibility of predicting frequent exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) by assessing parameters of lung function and echocardiographic indices. **Materials and methods.** A one-year prospective single-center study included 85 patients with COPD exacerbations, of whom two groups were formed based on the results of observation during the year. Group 1 included patients ($n = 28$) with one or no exacerbations per year, group 2 included patients ($n = 57$) with two or more exacerbations during the year (frequent exacerbations). It was found that patients in group 2 had more pronounced impairments of lung and cardiac function. A comprehensive clinical and functional examination included the CAT, mMRC, KOP-25 questionnaires, a study of lung function and an echocardiographic examination. **Results.** Based on discriminant analysis data, two highly effective prediction models were developed to identify patients at increased risk of frequent exacerbations over the course of a year. Questionnaire results, respiratory parameters (FEV₁, FEF₅₀), and echocardiographic parameters (interventricular septal thickness and tricuspid

Контактная информация

Татьяна Васильевна Сычёва, врач ультразвуковой диагностики, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания», 675000, Россия, г. Благовещенск, ул. Калинина, 22; e-mail: sycheva007@mail.ru

Correspondence should be addressed to

Tatyana V. Sycheva, Ultrasonographer, Far Eastern Scientific Center of Physiology and Pathology of Respiration, 22 Kalinina Str., Blagoveshchensk, 675000, Russian Federation. E-mail: sycheva007@mail.ru

Для цитирования:

Сычёва Т.В., Перельман Ю.М. Прогнозирование риска частых обострений у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2025. Вып.98. С.68–74.
DOI: 10.36604/1998-5029-2025-98-68-74

For citation:

Sycheva T.V., Perelman J.M. Predicting the risk of frequent exacerbations in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Bulleten' fiziologii i patologii dyhaniâ* = Bulletin Physiology and Pathology of Respiration 2025; (98):68–74 (in Russian). DOI: 10.36604/1998-5029-2025-98-68-74

annular systolic displacement (TAPSE)) were used as predictors. **Conclusion.** These models can be used to develop a technology for predicting an unfavorable COPD course to ensure a personalized approach when choosing treatment for patients at high risk of exacerbations.

Key words: chronic obstructive pulmonary disease, prediction, frequent exacerbations, functional parameters, echocardiography, interventricular septum, TAPSE, FEF₅₀

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) остается одной из ведущих причин заболеваемости и смертности во всем мире, так же как и в России [1, 2]. Современные рекомендации Глобальной инициативы по хронической обструктивной болезни легких (GOLD, 2025) подчеркивают необходимость комплексного подхода к оценке состояния пациентов, включая прогнозирование риска частых обострений [2], которые ухудшают качество жизни, способствуют ускоренному снижению функции легких и увеличивают смертность [3, 4].

Прогнозирование частых обострений позволяет выделить пациентов с повышенным риском ухудшения течения болезни и подобрать адекватный персонифицированный подход к их наблюдению и лечению [5]. В ряде исследований предприняты попытки использовать биохимические и функциональные показатели в качестве предикторов обострений ХОБЛ [6, 7]. Müllegrová H. et al. [8] продемонстрировали, что риск частых обострений растет с увеличением тяжести ограничения проходимости дыхательных путей (отношение шансов (OR) = 1,2 для умеренного ограничения и OR = 2,4 для очень тяжелого ограничения). В исследовании SPIROMICS исходный уровень мозгового натрийуретического пептида (NT-proBNP) был независимым предиктором обострения ХОБЛ даже у лиц без диагностированных сердечно-сосудистых заболеваний [9].

Ранее нами показано, что обострения ХОБЛ сопровождаются значительными изменениями сердечной деятельности [10]. Однако до настоящего времени не ясно, можно ли с помощью эхокардиографических показателей идентифицировать пациентов с неблагоприятным прогнозом течения заболевания.

Цель настоящего исследования состояла в оценке возможности прогнозирования риска частых обострений у пациентов с ХОБЛ с использованием показателей функционального состояния кардиореспираторной системы.

Материалы и методы исследования

В открытое проспективное сравнительное исследование было включено 85 больных ХОБЛ от 52 до 62 лет, среди которых преобладали мужчины (76,6%). Диагноз ХОБЛ выставлялся на основании анамнеза, клинической картины и результатов дополнительных методов обследования. В ходе исследования были установлены следующие контрольные точки: первичная (1) и контрольная (2) – через 9–12 месяцев. По завершении исследования во 2-й точке наблюдения были созданы две группы: в 1 группу вошли 28 пациентов с одним обострением или отсутствием обострений в течение

года наблюдения, во 2 группу – 57 пациентов с 2 и более обострениями ХОБЛ в течение года (частые обострения).

Для оценки выраженности симптомов ХОБЛ и показателей качества жизни использовали вопросник CAT (COPD Assessment Test). Степень одышки оценивали по шкале mMRC (Modified Medical Research Council). Для количественной оценки приверженности лечению использовали вопросник КОП-25 [11]. Функцию внешнего дыхания оценивали методом спирометрии на аппарате Easy on-PC (hddMedizintechnik AG, Швейцария) с бронхолитической пробой, а также методами бодиплетизмографии на аппарате Power Cube BODY+ (Гансхорн, Германия). Оценку структурно-функционального состояния сердца проводили методом эхокардиографии по общепринятым методикам [12, 13] на аппарате Vivid E9 (GE, США) с использованием секторного датчика M5Sc-D с частотой 1,5–4,6 МГц.

Исследование проводилось с соблюдением требований Хельсинкской декларации (Этические принципы проведения медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта, 2013), Федерального закона 323-ФЗ от 21 ноября 2011 г. «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» (ред. от 24.07.2023) и с одобрения комитета по биомедицинской этике ДНЦ ФПД (протокол №142-д/1 от 20.10.2022). От каждого пациента было получено добровольное информированное согласие на проведение исследования.

Результаты исследования обрабатывались основными методами вариационной статистики с использованием прикладного программного пакета Statistica 10.0 (StatSoft Inc.). Характеристики исследуемой популяции для выборки с нормальным распределением выражали с использованием среднего значения (M) и стандартного отклонения (SD). Для выборок с распределением, отличным от нормального, определяли медиану и интерквартильный размах (Me[Q25;Q75]). Критический уровень значимости при сравнении переменных принимали менее 0,05. Разработку прогнозных моделей осуществляли с использованием пошагового дискриминантного анализа [14].

Результаты исследования и их обсуждение

Из всей совокупности исследованных анамнестических и клинико-функциональных параметров нами были выделены те показатели, которые достоверно различались в первичной точке исследования между группами, сформированными в зависимости от наличия и числа обострений ХОБЛ в течение года наблюдения

(табл. 1, 2). Статистически значимые различия были зарегистрированы по вопросникам CAT и mMRC и отражали более выраженное влияние ХОБЛ и степень одышки у больных 2 группы. Обращает на себя внимание, что большинство спирометрических параметров были существенно ниже у пациентов 2 группы (табл. 1). Снижение форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ), объема форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ₁), максимальных объемных скоростей выдоха на уровне 50% (МОС₅₀) и 75% (МОС₇₅) ФЖЕЛ,

а также средней скорости выдоха на уровне 25-75% ФЖЕЛ (СОС₂₅₋₇₅) свидетельствовали о наиболее выраженных нарушениях бронхиальной проходимости в группе больных с частыми обострениями. Пациенты 2 группы при обострении ХОБЛ имели более высокие показатели внутригрудного объема воздуха (ВГО), остаточного объема (ООЛ) и общей емкости легких (ОЕЛ), отражающие повышенный уровень гиперинфляции.

Таблица 1

Сравнительная характеристика клинико-функциональных показателей у больных ХОБЛ (Ме[Q25;Q75])

Параметр	1 группа (n = 28)	2 группа (n = 57)
CAT, баллы	17,5 ± 6,14	21,5 ± 7,2 p < 0,0001
mMRC, баллы	1,79 ± 0,97	2,3 ± 0,92 p < 0,0001
КОП-25, баллы	48,3 ± 14,9	42,9 ± 11,9 p = 0,3338
ФЖЕЛ, % долж	82,0[68,0;95,0]	64,0[52,0;75,0] p < 0,0001
ОФВ ₁ , % долж	63,0[54,0;78,0]	39,0[29,0;52,0] p < 0,0001
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ, %	63,0[60,0;68,0]	54,0[41,0;62,0] p < 0,0001
МОС ₅₀ , % долж	41,0[17,0;71,0]	14,0[11,0;41,0] p < 0,0001
МОС ₇₅ , % долж	33,0[17,0;52,0]	18,0[13,0;24,0] p < 0,0001
СОС ₂₅₋₇₅ , % долж	32,0[19,0;45,0]	14,0[12,0;23,0] p < 0,0001
ВГО, % долж	152,0[146,00;169,00]	160,0[148,00;178,00] p < 0,0001
ООЛ, % долж	171,0[156,00;183,00]	177,0[163,00;186,0] p = 0,0001
ОЕЛ, % долж	130,0[128,00;143,00]	140,0[130,00;147,0] p < 0,0001
ООЛ/ОЕЛ, % долж	153,0[147,00;165,00]	153,0[148,00;163,0] p = 0,0010

По данным эхокардиографии, статистически достоверные различия выявлялись в толщине межжелудочковой перегородки (МЖП), глобальной продольной деформации левого желудочка (GLS_{LV}) и показателях его диастолической дисфункции (E/A_{MV}, E/e'_{MV}) (табл. 2). Среди показателей деятельности правого желудочка (ПЖ) обращают на себя внимание значимые различия,

выявленные для передней стенки ПЖ (ПСПЖ), фракционного изменения площади ПЖ (ФИП ПЖ), движения трикуспидального клапана в систолу (TAPSE), индексов диастолической дисфункции ПЖ (E/A_{TV}, E/e'_{TV}), среднего давления в легочной артерии (срДЛА), индексированного объема правого предсердия (ИОПП) (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная характеристика эхокардиографических показателей у больных ХОБЛ (Me[Q25;Q75])

Параметр	1 группа (n = 28)	2 группа (n = 57)
МЖП, мм	12,00[11,00;13,00]	13,00[12,00;14,00] p = 0,0370
GLS _{LV} , %	-18,00[-16,00;-19,00]	-15,00[-14,00;-17,90] p = 0,0044
E/AMV	1,0[0,75;1,02]	0,80[0,65;1,1] p = 0,0174
E/e' _{MV}	13,00[9,00;15,00]	15,00 [11,00;16,00] p = 0,0001
ПСПЖ, мм	6,0[6,0;6,0]	6,0[6,0;7,0] p < 0,0001
ИОПП, мл/м ²	24,0[22,0;26,0]	26,0[24,0;28,0] p < 0,0001
TAPSE, мм	22,0[21,0;24,0]	22,0[18,0;23,0] p = 0,0151
ФИП ПЖ, %	34,0[26,0;37,0]	27,0[25,0;32,0] p < 0,0001
S' _{TV} см/сек	13,0[10,0;14,0]	11,0[10,0;13,00] p < 0,0002
срДЛА, мм рт. ст.	29,0[25,0;31,0]	27,0[27,0;31,0] p = 0,0001
E/A _{TV}	1,70[1,30;2,00]	1,0[0,80;1,30] p < 0,0001
E/e' _{TV}	8,00[6,00;9,00]	8,00[7,00;9,00] p = 0,0257

Таким образом, полученные результаты демонстрировали существенную дифференциацию клинико-функциональных и эхокардиографических показателей у пациентов обследованных групп. По данным дискриминантного анализа наиболее высокой дискриминационной способностью обладали такие параметры как mMRC, ОФВ₁, МОС₅₀, МЖП и TAPSE. Они представляют ценность при оценке степени нарушений внешнего дыхания и сердечной деятельности при обострении ХОБЛ, что подтверждает возможность их использования для прогноза течения заболевания. С учетом полученных данных, с использованием дискриминантного анализа были предложены модели прогнозирования рисков частых обострений ХОБЛ у пациентов при текущем обострении болезни. В первой модели для расчета дискриминантной функции в качестве значимых предикторов использованы ОФВ₁ (% долж.), mMRC (баллы) и КОП-25 (баллы). С целью классификации пациентов построено следующее дискриминантное уравнение:

$$D = 17,15 + 0,61 \times \text{ОФВ}_1 - 0,65 \times \text{mMRC} + 0,12 \times \text{КОП-25} \quad (1)$$

Пороговое значение дискриминантной функции (D) было равно 50,0. При D ≥ 50,0 прогнозируется низкий

риск обострений, при D < 50,0 – высокий риск обострений.

Проверка работоспособности уравнения (1) проводилась на экзаменационной выборке. Чувствительность модели подтверждалась статистическими показателями: критерий Уилкса составил 0,43, $\chi^2=19,65$ (p < 0,05). Специфичность определялась на основе распределения групп. Прогностическая ценность была подтверждена высоким правдоподобием модели (88,8%). Модель клинически значима при тяжелом течении заболевания (низкий ОФВ₁+тяжелая одышка), поскольку даже значительная приверженность к лечению не может полностью исключить высокий риск обострений.

Использование во второй модели эхокардиографических показателей сердечной деятельности при обострении ХОБЛ позволило повысить точность прогноза течения болезни. В качестве значимых предикторов использованы показатели МЖП (мм), TAPSE (мм) и спирометрический показатель МОС₅₀ (% долж.). Построено следующее дискриминантное уравнение:

$$D = -226,435 - 0,6538 \times \text{МЖП} - 0,5677 \times \text{TAPSE} + 0,7107 \times \text{МОС}_{50} \quad (2)$$

При $D < -207,25$ прогнозируется высокая вероятность обострений. При $D \geq -207,25$ – низкая вероятность обострений. Статистические характеристики модели: лямбда Уилкса составляет 0,74, $\chi^2 = 13,3$ ($p = 0,0012$). Коэффициент правдоподобия модели равен 95%.

Полученные данные свидетельствовали о том, что наличие и степень нарушений сердечной деятельности при текущем обострении ХОБЛ имеют важное значение в формировании особенностей течения заболевания и могут быть использованы для прогнозирования риска частых обострений. Очевидно, что коррекция данных нарушений может улучшить прогноз течения болезни.

Таким образом, предложенные модели позволяют эффективно оценить вероятность возникновения частых обострений ХОБЛ. Их использование поможет клиницистам применять персонифицированный подход к лечению, направленный на недопустимость частых обострений и профилактику кардиоваскулярных осложнений у данной категории больных, что, в свою очередь, может значительно улучшить клинические исходы и повысить качество жизни пациентов. Полученные правила прогноза частых обострений у больных ХОБЛ могут служить вспомогательным инструментом для определения группы риска неблагоприятного течения болезни с частыми обострениями и обосновывать необходимость тщательного мониторинга или коррекции лечебной тактики. Использование дискриминантных функций повышает точность оценки риска обострений и способствует более дифференцирован-

ному подходу к управлению больными, исходя из их индивидуальных характеристик.

Выводы

1. Полученные дискриминантные модели позволяют определить прогноз частых обострений в течение года у пациентов с ХОБЛ, что важно при формировании стратегий мониторинга и профилактики заболеваний для реализации персонализированного подхода к управлению заболеванием и планирования клинического наблюдения.

2. В качестве факторов наибольшей значимости для прогнозирования риска частых обострений у пациентов с ХОБЛ выделены исходные значения функции внешнего дыхания (ОФВ_1 , МОС_{50}), эхокардиографические показатели (МЖП, ТАРСЕ) и данные вопросников (mMRC, КОП-25), отражающие степень выраженности одышки и приверженность к лечению. Эти данные могут служить основой для разработки стратегий вторичной профилактики и индивидуальной терапии.

Конфликт интересов

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

Источники финансирования

Исследование проводилось без участия спонсоров

Funding Sources

This study was not sponsored

ЛИТЕРАТУРА

1. Респираторная медицина: руководство: в 5 т. / под ред. А.Г. Чучалина. 3-е изд., доп. и перераб. М.: Пульмо-Медиа, 2024. Т. 2. 734 с.
2. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. GOLD 2025 Report. URL: <https://goldcopd.org/2025-gold-report/>
3. MacLeod M., Papi A., Contoli M., Beghé B., Celli B.R., Wedzicha J.A., Fabbri L.M. Chronic obstructive pulmonary disease exacerbation fundamentals: Diagnosis, treatment, prevention and disease impact // Respirology. 2021. Vol.26, №6. P.532–551. <https://doi.org/10.1111/resp.14041>
4. Hogea S.P., Tudorache E., Fildan A.P., Fira-Mladinescu O., Marc M., Oancea C. Risk factors of chronic obstructive pulmonary disease exacerbations // Clin. Respir. J. 2020. Vol.14, №3. P.183–197. <https://doi.org/10.1111/crj.13129>
5. Zhang J., Chen F., Wang Y., Chen Y. Early detection and prediction of acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease // Chin. Med. J. Pulm. Crit. Care Med. 2023. Vol.1, №2. P.102–107. <https://doi.org/10.1016/j.pccm.2023.04.004>
6. Koç Ç., Şahin F. What are the most effective factors in determining future exacerbations, morbidity weight, and mortality in patients with COPD attack? // Medicina (Kaunas). 2022. Vol.58, №2. Article number:163. <https://doi.org/10.3390/medicina58020163>
7. Yin S., Xu K., Wu S., Liu H., Ding Z. Predictive value of serum interleukin-33 and thymic stromal lymphopoietin for the risk of acute exacerbation in patients with chronic obstructive pulmonary disease // Front. Med. (Lausanne). 2025. Vol.12. Article number:1592734. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1592734>
8. Müllerová H., Shukla A., Hawkins A., Quint J. Risk factors for acute exacerbations of COPD in a primary care population: A retrospective observational cohort study // BMJ Open. 2014. Vol.4, №12. Article number:e006171. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-006171>
9. Labaki W.W., Xia M., Murray S., Curtis J.L., Barr R.G., Bhatt S.P., Bleeker E.R., Hansel N.N., Cooper C.B., Dransfield M.T., Wells J.M., Hoffman E.A., Kanner R.E., Paine R. 3rd, Ortega V.E., Peters S.P., Krishnan J.A., Bowler R.P., Couper D.J., Woodruff P.G., Martinez F.J., Martinez C.H., Han M.K. NT-proBNP in stable COPD and future exacerbation

- risk: Analysis of the SPIROMICS cohort // *Respir. Med.* 2018. Vol.140. P.87–93. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2018.06.005>
10. Сычева Т.В., Перельман Ю.М. Эхокардиографическая характеристика сердечной деятельности у больных с обострением хронической обструктивной болезни легких в динамике заболевания // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2025. Вып. 95. С.26–39. <https://doi.org/10.36604/1998-5029-2025-95-26-39>
11. Николаев Н.А., Скирденко Ю.П. Российский универсальный опросник количественной оценки приверженности к лечению (КОП-25) // Клиническая фармакология и терапия. 2018. Т.27, №1. С.74–78.
12. Nagueh S.F., Smiseth O.A., Appleton C.P., Byrd B.F.3rd, Dokainish H., Edvardsen T., Flachskampf F.A., Gillebert T.C., Klein A.L., Lancellotti P., Marino P., Oh J.K., Popescu B.A., Waggoner A.D. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: An update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2016. Vol.29, №4. P.277–314. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2016.01.011>.
13. Rudski L.G., Lai W.W., Afilalo J., Hua L., Handschumacher M.D., Chandrasekaran K., Solomon S.D., Louie E.K., Schiller N.B. 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. Vol.23, №7. P.685–713. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2010.05.010>
14. Колосов В.П., Перельман Ю.М., Ульянович Н.В. Методологические подходы к разработке технологий прогнозирования в пульмонологии // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2006. Вып.22. С.20–23. EDN:HSMCWX.

REFERENCES

1. Chuchalin A.G., editor. [Respiratory medicine: a manual (Vol.2)]. Moscow: PulmoMedia; 2024 (in Russian).
2. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (2025 report). Available at: <https://goldcopd.org/2025-gold-report/>
3. MacLeod M., Papi A., Contoli M., Beghé B., Celli B.R., Wedzicha J.A., Fabbri L.M. Chronic obstructive pulmonary disease exacerbation fundamentals: Diagnosis, treatment, prevention and disease impact. *Respirology* 2021; 26(6):532–551. <https://doi.org/10.1111/resp.14041>
4. Hogea S.P., Tudorache E., Fildan A.P., Fira-Mladinescu O., Marc M., Oancea C. Risk factors of chronic obstructive pulmonary disease exacerbations. *Clin. Respir. J.* 2020; 14(3):183–197. <https://doi.org/10.1111/crj.13129>
5. Zhang J., Chen F., Wang Y., Chen Y. Early detection and prediction of acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease // *Chin. Med. J. Pulm. Crit. Care Med.* 2023; 1(2):102–107. <https://doi.org/10.1016/j.pccm.2023.04.004>
6. Koç Ç., Şahin F. What are the most effective factors in determining future exacerbations, morbidity weight, and mortality in patients with COPD attack? *Medicina (Kaunas)* 2022; 58(2):163. <https://doi.org/10.3390/medicina58020163>
7. Yin S., Xu K., Wu S., Liu H., Ding Z. Predictive value of serum interleukin-33 and thymic stromal lymphopoietin for the risk of acute exacerbation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Front. Med. (Lausanne)* 2025; 12:1592734. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1592734>
8. Müllerová H., Shukla A., Hawkins A., Quint J. Risk factors for acute exacerbations of COPD in a primary care population: A retrospective observational cohort study. *BMJ Open* 2014; 4(12):e006171. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-006171>
9. Labaki W.W., Xia M., Murray S., Curtis J.L., Barr R.G., Bhatt S.P., Bleeker E.R., Hansel N.N., Cooper C.B., Dransfield M.T., Wells J.M., Hoffman E.A., Kanner R.E., Paine R.3rd, Ortega V.E., Peters S.P., Krishnan J.A., Bowler R.P., Couper D.J., Woodruff P.G., Martinez F.J., Martinez C.H., Han M.K. NT-proBNP in stable COPD and future exacerbation risk: Analysis of the SPIROMICS cohort. *Respir. Med.* 2018; 140:87–93. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2018.06.005>
10. Sychova T.V., Perelman J.M. [Echocardiographic characteristics of cardiac function in patients with exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease in the dynamics]. *Bületeren' fiziologii i patologii dyhaniyâ = Bulletin Physiology and Pathology of Respiration* 2025; 95:26–39 (in Russian). <https://doi.org/10.36604/1998-5029-2025-95-26-39>
11. Nikolaev N.A., Skirdenko Yu.P. [Russian universal questionnaire for quantitative assessment of adherence to treatment (COP-25)]. *Klinicheskaya farmakologiya i terapiya = Clinical pharmacology and therapy* 2018; 27(1):74–78 (in Russian).
12. Nagueh S.F., Smiseth O.A., Appleton C.P., Byrd B.F.3rd, Dokainish H., Edvardsen T., Flachskampf F.A., Gillebert T.C., Klein A.L., Lancellotti P., Marino P., Oh J.K., Popescu B.A., Waggoner A.D. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: An update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2016; 29(4):277–314. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2016.01.011>.
13. Rudski L.G., Lai W.W., Afilalo J., Hua L., Handschumacher M.D., Chandrasekaran K., Solomon S.D., Louie E.K., Schiller N.B. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American So-

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. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2010.05.010>

14. Kolosov V.P., Perelman J.M., Ulyanychev N.V. [Methodological approaches to the development of forecasting technologies in pulmonology]. *Bületeren'fiziologii i patologii dyhaniyâ = Bulletin Physiology and Pathology of Respiration.* 2006; 22:20–23 (in Russian).

Информация об авторах:

Татьяна Васильевна Сычёва, врач ультразвуковой диагностики, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания»; e-mail: sycheva007@mail.ru

Юлий Михайлович Перельман, член-корреспондент РАН, д-р мед. наук, профессор, зав. лабораторией функциональных методов исследования дыхательной системы, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания»; e-mail: jperelman@mail.ru

Author information:

Tatyana V. Sycheva, Ultrasonographer, Far Eastern Scientific Center of Physiology and Pathology of Respiration, 22 Kalinina Str., Blagoveshchensk, 675000, Russian Federation. E-mail: sycheva007@mail.ru

Juliy M. Perelman, MD, PhD, DSc (Med.), Professor, Corresponding Member of RAS, Head of Laboratory of Functional Research of Respiratory System, Far Eastern Scientific Center of Physiology and Pathology of Respiration; e-mail: jperelman@mail.ru

Поступила 22.10.2025

Принята к печати 28.11.2025

Received October 22, 2025

Accepted November 28, 2025
