

# Моделирование риска развития респираторных осложнений у пациентов с ишемической болезнью сердца, подвергшихся коронарному шунтированию

Е.Д.Баздырев<sup>1</sup>, О.М.Поликутина<sup>1</sup>, Ю.С.Слепынина<sup>1</sup>, Е.С.Каган<sup>2</sup>, К.Е.Глинчиков<sup>2</sup>, О.Л.Барбараш<sup>2</sup>

1 – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»: 650002, Кемерово, Сосновый бульвар, 6;

2 – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет»: 650043, Кемерово, ул. Красная, 6

## Информация об авторах

**Баздырев Евгений Дмитриевич** – к. м. н., старший научный сотрудник лаборатории нейрососудистой патологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»; тел.: (906) 924-93-50; e-mail: edb624@mail.ru

**Поликутина Ольга Михайловна** – д. м. н., заведующая лабораторией ультразвуковых и электрофизиологических методов диагностики Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»; тел.: (905) 900-20-55; e-mail: ompol@rambler.ru

**Слепынина Юлия Сергеевна** – к. м. н., научный сотрудник лаборатории ультразвуковых и электрофизиологических методов диагностики Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»; тел.: (905) 962-59-54; e-mail: Yulia42@rambler.ru

**Каган Елена Сергеевна** – к. т. н., заведующая кафедрой прикладной математики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет»; тел.: (923) 612-64-11; e-mail: kaganes@mail.ru

**Глинчиков Константин Евгеньевич** – старший преподаватель кафедры прикладной математики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет»; тел.: (950) 580-24-31; e-mail: glkonst@mail.ru

**Барбараш Ольга Леонидовна** – д. м. н., член-корр. Российской академии наук, директор Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»; тел.: (905) 969-64-35; e-mail: olb61@mail.ru

## Резюме

**Цель** исследования заключалась в выявлении наиболее значимых факторов неблагоприятного прогноза развития респираторных осложнений (РО) у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) после проведения планового коронарного шунтирования (КШ) в условиях искусственного кровообращения. **Материалы и методы.** В исследование включены пациенты с ИБС ( $n = 662$ ), рандомизированные в зависимости от наличия заболеваний респираторной системы и вентиляционных нарушений на 3 группы: 1-ю составили 48 (7,2 %) больных с патологией респираторной системы без обструктивных нарушений, 2-ю – 248 (37,5 %) лиц с заболеваниями легких и обструкцией дыхательных путей, 3-ю – 366 (55,3 %) пациентов без заболеваний и инструментальных признаков вентиляционных нарушений. Проведен анализ развития РО в зависимости от исходной функции легких с последующим математическим моделированием прогнозирования данных осложнений. **Результаты.** Показано, что в раннем послеоперационном периоде РО развились в 73 (11 %) случаях, преимущественно у лиц с признаками бронхообструкции перед операцией. Так, осложнения в данной группе регистрировались в 20,9 % случаев, тогда как при респираторной патологии легких, но без вентиляционных нарушений, они развивались в 2,5 раза реже, а у пациентов с изолированной ИБС – в 4,5 раза реже. С позиции большей значимости риска развития РО из клинко-анамнестических данных выделены такие факторы, как пол и возраст пациента, дооперационные показатели функционального класса стенокардии и хронической сердечной недостаточности, а также наличие в анамнезе постоянной формы фибрилляции предсердий. Более высокий риск развития РО отмечался в том случае, если в предоперационном периоде были получены более низкие значения прогностических параметров, таких как форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за 1-ю секунду (ОФВ<sub>1</sub>), ОФВ<sub>1</sub> / ФЖЕЛ и более высокие показатели общей емкости и остаточного объема легких. Установлено также, что изменения уровня функциональной остаточной емкости и диффузионной способности легких, скорректированной по уровню гемоглобина, значимого влияния на риск развития данного типа осложнения не оказывали. При наличии хронической обструктивной болезни легких у пациентов с ИБС после КШ закономерно значимо увеличивался риск развития РО. **Заключение.** Показано, что прогноз развития РО при выполнении КШ у пациентов со стабильной ИБС и обструктивным типом вентиляционных нарушений менее благоприятен. При прогнозировании развития РО показана высокая прогностическая значимость ряда клинко-анамнестических факторов и различные отклонения параметров дыхания (выше или ниже прогностических значений).

**Ключевые слова:** ишемическая болезнь сердца, хроническая обструктивная болезнь легких, риск развития респираторных осложнений, коронарное шунтирование.

Для цитирования: Баздырев Е.Д., Поликутина О.М., Слепынина Ю.С., Каган Е.С., Глинчиков К.Е., Барбараш О.Л. Моделирование риска развития респираторных осложнений у пациентов с ишемической болезнью сердца, подвергшихся коронарному шунтированию. *Пульмонология*. 2018; 28 (2): 200–210. DOI: 10.18093/0869-0189-2018-28-2-200-210

## A modeling of risk of respiratory complications in patients with ischaemic heart disease underwent coronary bypass surgery

Evgeniy D. Bazdyrev<sup>1</sup>, Olga M. Polikutina<sup>1</sup>, Yuliya S. Slepynina<sup>1</sup>, Elena S. Kagan<sup>2</sup>, Konstantin E. Glinchikov<sup>2</sup>, Olga L. Barbarash<sup>2</sup>

1 – Federal Research Institute of Complex Cardiovascular Diseases: Sosnovy bul'var 6, Kemerovo, 650002, Russia;

2 – Kemerovo Federal State University: ul. Krasnaya 6, Kemerovo, 650043, Russia

#### Author information

**Evgeniy D. Bazdyrev**, Candidate of Medicine, Senior Researcher, Laboratory of Neurovascular Pathology, Federal Research Institute of Complex Cardiovascular Diseases; tel.: (906) 924-93-50; e-mail: edb624@mail.ru

**Ol'ga M. Polikutina**, Doctor of Medicine, Head of Laboratory of Ultrasound and Electrophysiological Diagnostic Methods, Federal Research Institute of Complex Cardiovascular Diseases; tel.: (905) 900-20-55; e-mail: ompol@rambler.ru

**Yuliya S. Slepynina**, Candidate of Medicine, Researcher, Laboratory of Ultrasound and Electrophysiological Diagnostic Methods, Federal Research Institute of Complex Cardiovascular Diseases; tel.: (905) 962-59-54; e-mail: Yulia42@rambler.ru

**Elena S. Kagan**, Candidate of Engineering, Head of Department of Applied Mathematics, Kemerovo Federal State University; tel.: (923) 612-64-11; e-mail: kaganes@mail.ru

**Konstantin E. Glinchikov**, Senior Teacher, Department of Applied Mathematics, Kemerovo Federal State University; tel.: (950) 580-24-31; e-mail: glkonst@mail.ru

**Ol'ga L. Barbarash**, Doctor of Medicine, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Director of Federal Research Institute of Complex Cardiovascular Diseases; tel.: (905) 969-64-35; e-mail: olb61@mail.ru

#### Abstract

**The aim** of this study was to investigate the most significant poor prognostic factors of respiratory complications in patients with ischaemic heart disease (IHD) underwent coronary bypass surgery with artificial circulation. **Methods.** Patients with IHD ( $n = 662$ ) were included in the study and were randomized in three groups according to presence of respiratory comorbidity: 48 (7.2%) patients with non-obstructive respiratory disorders, 248 (37.5%) patients with obstructive lung diseases, and 366 (55.3%) patients without respiratory comorbidity and without ventilation abnormalities. Given the baseline lung function, respiratory complications were analyzed with subsequent mathematic modelling to predict these complications. **Results.** Early post-surgery respiratory complications were diagnosed in 73 (11%) cases and were more likely in patients with baseline bronchial obstruction. In the latter group, respiratory complications were diagnosed in 20.9% of patients and were 2.5-fold more frequent compared to patients without ventilation abnormalities and 4.5-fold more frequent compared to IHD patients without respiratory comorbidity. The risk of respiratory complications was related to gender, age, functional class of IHD and chronic heart failure before the surgery, and stable atrial fibrillation. The risk of respiratory complications was higher in patients with lower FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC, ratio and higher total lung capacity and residual volume. Functional residual capacity and transfer-coefficient adjusted for hemoglobin were not related to the risk of respiratory complications. Patients with comorbidity of IHD and chronic obstructive pulmonary disease (COPD) had significantly higher risk of post-surgery respiratory complications. **Conclusion.** The prognosis of respiratory complications after coronary bypass surgery was worse in patients with stable IDH and obstructive ventilation abnormalities. Several demographic, clinical and functional respiratory parameters had high positive or negative prognostic values. **Key words:** ischaemic heart disease, chronic obstructive pulmonary disease, risk of respiratory complications, coronary bypass surgery.

For citation: Bazdyrev E.D., Polikutina O.M., Slepynina Yu.S., Kagan E.S., Glinchikov K.E., Barbarash O.L. A modeling of risk of respiratory complications in patients with ischaemic heart disease underwent coronary bypass surgery. *Russian Pulmonology*. 2018; 28 (2): 200–210 (in Russian). DOI: 10.18093/0869-0189-2018-28-2-200-210

В настоящее время коморбидному фону пациентов, готовящихся к проведению хирургической реваскуляризации миокарда, уделяется огромное внимание ввиду повышенного риска развития послеоперационных осложнений [1–4]. С увеличением опыта в данной области хирургии кардиальные факторы риска, такие как функциональный класс (ФК) стенокардии и хронической сердечной недостаточности (ХСН), несколько утратили свою прогностическую ценность, уступив место ряду экстракардиальных факторов, таких как почечная дисфункция, сахарный диабет (СД), хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) и т. п. [2–7]. Наличие сопутствующих заболеваний является одним из важных факторов, повышающих вероятность развития ранних и поздних осложнений и ограничивающих эффективность коронарного шунтирования (КШ) [1–7]. При этом послеоперационные бронхолегочные осложнения, продлевающие пребывание пациента в стационаре и повышающие стоимость лечения и смертность пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС), являются одними из наиболее распространенных в кардиохирургии [8]. На сегодняшний день общепризнанной шкалой, оценивающей риск кардиохирургического вмешательства и учитывающей наличие у пациента хронического заболевания легких, является шкала оценки риска неблагоприятного исхода коронарного шунтирования (*European System for Cardiac Operative Risk Evaluation – EuroSCORE II*). Однако в расчет рисков при помощи

данной шкалы включены только те пациенты с патологией бронхолегочной системы (БЛС), которые длительное время перед операцией получали бронходилатирующие препараты и глюкокортикостероиды (ГКС), что является ограничением для ее использования. Однако при оценке с помощью указанной шкалы не учитывается сам факт наличия патологии респираторной системы, а также исходное функциональное состояние системы вентиляции и диффузии в легких. В подтверждение важности прогностической оценки исходного состояния респираторной системы по результатам ряда исследований продемонстрировано, что снижение отдельных показателей функции легких может служить фактором, обуславливающим развитие респираторных осложнений (РО), а также выступать в качестве маркера 5-летней выживаемости пациентов после проведения КШ [9]. Однако исследования, посвященные выявлению связи исходного респираторного статуса с развитием РО у пациентов с ИБС, подвергшихся плановому КШ, немногочисленны [5, 10], а результаты их неоднозначны.

На сегодняшний день остается актуальным определение наиболее значимых факторов, влияющих как на развитие ранних послеоперационных осложнений, так и на отдаленный прогноз. Цель работы заключалась в выявлении наиболее значимых факторов неблагоприятного прогноза развития РО у пациентов с ИБС после планового КШ в условиях искусственного кровообращения (ИК).

## Материалы и методы

Обследованы пациенты с ИБС ( $n = 662$ ), поступившие в клинику Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» (ФГБНУ «НИИ КПССЗ») в период 2011–2012 гг. для проведения планового КШ. До включения в исследование пациентами подписано информированное согласие установленной формы, одобренной локальным этическим комитетом ФГБНУ «НИИ КПССЗ», Протокол от 29.06.11 № 33.

Группы формировались по наличию патологии БЛС и обструктивного типа нарушения вентиляции. Таким образом, 1-ю группу составили 48 (7,2 %) больных с патологией БЛС без выявленных обструктивных нарушений вентиляционной функции легких; 2-ю – 248 (37,5 %) пациентов с заболеваниями легких и различной выраженностью обструкции дыхательных путей; 3-ю – 366 (55,3 %) пациентов без заболеваний и инструментальных признаков поражения респираторной системы.

В 1-ю группу включены 46 (95,8) больных хроническим бронхитом и 2 (4,2 %) – контролируемой бронхиальной астмой, получавших базисную комбинированную терапию ингаляционными ГКС (иГКС) и длительно действующими  $\beta_2$ -агонистами. Доза иГКС по беклометазону дипропионату была средней (200–400 мкг в сутки); 2-ю группу составили пациенты с ХОБЛ различной степени выраженности

по классификации Глобальной инициативы по хронической обструктивной болезни легких (*Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease – GOLD*): I стадии – 121 (48,8 %), II – 103 (41,5 %), III – 24 (9,7 %). Обследованные 2-й группы не получали терапию бронходилататорами и ГКС.

В результате сравнительного анализа (табл. 1) обращает на себя внимание более высокая распространенность ранее перенесенного инфаркта миокарда (ИМ) и острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК), а также СД у пациентов с обструктивными нарушениями вентиляционной функции легких (пациентов 2-й группы).

У всех пациентов проведено КШ в условиях нормотермического ИК с гемодилюцией на уровне гематокрита 25–30 %. В среднем по группе длительность ИК составила 90 (66,0; 107,0) мин, количество дистальных анастомозов –  $2,73 \pm 0,88$  (максимум 5), количество наложенных шунтов –  $2,55 \pm 0,82$  (максимум 4). Длительность искусственной вентиляции легких (ИВЛ) после операции составила 625 (530,0; 832,5) мин. Длительность пребывания в отделении реанимации в среднем по группе составила  $1,28 \pm 1,08$  суток, при этом 83 (13 %) пациента находились в отделении реанимации > 24 ч.

При исследовании респираторной системы проводились спирометрия, бодиплетизмография и определение диффузионной способности легких. В ходе проведения теста определялись и оценивались показатели форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ), объема форсированного выдоха за 1-ю

**Таблица 1**  
**Сравнительная характеристика пациентов с ишемической болезнью сердца в зависимости от наличия патологии бронхолегочной системы Me (Lq; Uq)**

**Table 1**  
**Comparison of patients with ischaemic heart disease in dependence of respiratory comorbidity (median; interquartile range)**

Клинико-anamнестические факторы	1 (1-я группа)	2 (2-я группа)	3 (3-я группа)	p
	48 (7,2 %)	248 (37,5 %)	366 (55,3 %)	
Средний возраст, годы	59,0 (54,0; 62,0)	59,0 (54,0; 65,0)	59,0 (55,0; 64,0)	$p_{1-2-3} \geq 0,05$
Мужчины, n (%)	29 (60,4)	181 (72,9)	256 (69,9)	$p_{1-2-3} \geq 0,05$
Наличие АГ, n (%)	45 (93,7)	227 (91,5)	338 (92,4)	$p_{1-2-3} \geq 0,05$
Средний ФК стенокардии	2,5 (2,0; 3,0)	3,0 (2,0; 3,0)	3,0 (2,0; 3,0)	$p_{1-2-3} \geq 0,05$
ИМ в анамнезе, n (%)	37 (77,1)	195 (78,6)	264 (72,1)	$p_{1-2-3} < 0,05$ $p_{1-2} \geq 0,05$ $p_{1-3} \geq 0,05$ $p_{2-3} = 0,039$
Средний ФК ХСН	2,0 (2,0; 2,0)	2,0 (2,0; 3,0)	2,0 (2,0; 3,0)	$p_{1-2-3} \geq 0,05$
СД 2-го типа в анамнезе, n (%)	12 (25,0)	93 (37,5)	84 (22,9)	$p_{1-2-3} < 0,05$ $p_{1-2} = 0,009$ $p_{1-3} \geq 0,05$ $p_{2-3} = 0,007$
ОНМК в анамнезе, n (%)	2 (4,2)	36 (14,5)	10 (2,7)	$p_{1-2-3} < 0,05$ $p_{1-2} = 0,002$ $p_{1-3} \geq 0,05$ $p_{2-3} = 0,001$

Примечание: АГ – артериальная гипертензия; ИМ – инфаркт миокарда; ФК – функциональный класс; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; СД – сахарный диабет; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения.

секунду (ОФВ<sub>1</sub>) и индекс Тиффно (ОФВ<sub>1</sub> / ФЖЕЛ), жизненной емкости легких (ЖЕЛ), общей емкости легких (ОЕЛ), внутригрудного объема (ВГО), остаточного объема легких (ООЛ). Кроме того, методом однократной задержки дыхания определялась диффузионная способность легких по оксиду углерода (DL<sub>CO</sub>). При проведении данного исследования рассчитывалась DL<sub>CO</sub>, скорректированная по уровню гемоглобина (DL<sub>CO</sub>корр.).

Все исследования респираторной функции легких проводились на бодиплетизмографе *EliteDI-220v* (Medical Graphics Corporation, США) в соответствии с критериями Американского торакального общества (American Thoracic Society – ATS) и Европейского респираторного общества (European Respiratory Society – ERS). Расчет показателей осуществлялся автоматически по прилагаемой к оборудованию компьютерной программе *BreezeSuite 6.2*. Результаты исследования функции легких представлены в процентах, интерпретация полученных данных осуществлялась на основании отклонений полученных величин от должных значений, что упрощает сравнение групп, исключая из процедуры стандартизацию по возрасту, массе тела, росту и полу [11]. За норму, а также отклонения показателей исследования респираторной функции принимались параметры, пред-

ложенные Л.Л.Шиком и Н.Н.Канаевым (1985), для оценки DL<sub>CO</sub> – рекомендации ATS / ERS (2005).

При анализе основных показателей спирометрии, бодиплетизмографии и определения DL<sub>CO</sub> у пациентов анализируемых групп установлен ряд различий (табл. 2). Так, уровни ОФВ<sub>1</sub>, ОФВ<sub>1</sub> / ФЖЕЛ, ОЕЛ, DL<sub>CO</sub> при наличии заболеваний легких (1-я и 2-я группы), были закономерно ниже, чем значения соответствующих показателей у больных без сопутствующей патологии легких, причем более низкими значениями параметров дыхания характеризовались пациенты с обструктивным типом вентиляционных расстройств. Однако средние значения анализируемых показателей в каждой группе были в пределах должных значений за исключением уровня DL<sub>CO</sub>корр., более низкие показатели которого отмечены у лиц с респираторной патологией (1-й и 2-й групп) в сравнении с изолированной ИБС. Более низкий уровень DL<sub>CO</sub>корр. наблюдался в случае обструкции дыхательных путей (1-я группа – 77,5 %; 2-я – 71 %; 3-я – 82 %).

При анализе частоты РО в послеоперационном периоде учитывались все случаи осложнений БЛС (госпитальная пневмония и плеврит, потребовавшие назначения антибактериальной терапии; пневмоторакс, включая сегментарный коллапс и ателектаз легких; медиастинит и инфекция грудины; обостре-

Таблица 2

Показатели спирометрии, бодиплетизмографии, трансфер-фактора для оксида углерода у пациентов с ишемической болезнью сердца в зависимости от наличия сопутствующей патологии бронхолегочной системы перед проведением коронарного шунтирования Me (Lq; Uq)

Table 2

Parameters of spirometry, body plethysmography and transfer coefficient for carbon monoxide in patients with ischaemic heart disease before coronary bypass surgery in dependence of respiratory comorbidity (median; interquartile range); Me (Lq; Uq)

Показатель	1 (1-я группа)	2 (2-я группа)	3 (3-я группа)	p
	48 (7,2 %)	248 (37,5 %)	366 (55,3 %)	
ФЖЕЛ, % <sub>доп.</sub>	93,0 (84,0; 100,0)	91,5 (84,0; 102,0)	95,0 (87,0; 104,0)	$p_{1-2-3} \geq 0,05$
ОФВ <sub>1</sub> , % <sub>доп.</sub>	91,0 (82,0; 100,0)	90,0 (83,0; 98,0)	96,0 (85,0; 106,0)	$p_{1-2-3} < 0,05$ $p_{1-2} \geq 0,05$ $p_{1-3} \geq 0,05$ $p_{2-3} = 0,004$
ОФВ <sub>1</sub> / ФЖЕЛ, %	75,0 (69,0; 77,0)	74,0 (70,0; 78,0)	77,0 (72,0; 81,0)	$p_{1-2-3} < 0,05$ $p_{1-2} \geq 0,05$ $p_{1-3} = 0,018$ $p_{2-3} = 0,001$
ЖЕЛ, % <sub>доп.</sub>	94,5 (86,0; 104,0)	95,0 (87,0; 104,0)	98,0 (89,0; 106,0)	$p_{1-2-3} \geq 0,05$
ВГО, % <sub>доп.</sub>	102,0 (85,0; 118,0)	101,0 (90,5; 122,5)	98,0 (87,0; 116,0)	$p_{1-2-3} \geq 0,05$
ОЕЛ, % <sub>доп.</sub>	100,0 (90,5; 111,0)	94,0 (90,0; 107,0)	100,0 (94,0; 110,0)	$p_{1-2-3} < 0,05$ $p_{1-2} = 0,034$ $p_{1-3} \geq 0,05$ $p_{2-3} \geq 0,05$
ООЛ, % <sub>доп.</sub>	99,0 (73,0; 119,0)	103,0 (83,0; 139,0)	101,0 (84,0; 124,0)	$p_{1-2-3} \geq 0,05$
DL <sub>CO</sub> корр., % <sub>доп.</sub>	77,5 (64,0; 89,0)	71,0 (53,0; 84,0)	82,0 (67,0; 99,0)	$p_{1-2-3} < 0,05$ $p_{1-2} = 0,037$ $p_{1-3} = 0,004$ $p_{2-3} = 0,046$

Примечание: ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; ОФВ<sub>1</sub> – объем форсированного выдоха за 1-ю секунду; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ВГО – внутригрудной объем; ОЕЛ – общая емкость легких; ООЛ – остаточный объем легких; DL<sub>CO</sub>корр. – диффузионная способность легких по оксиду углерода.



ние ХОБЛ / бронхита / острого бронхита, в случае которых потребовалась коррекция лечения бронхолитическими препаратами, ингаляционными ГКС, ГКС, назначение антибактериальной терапии; прогрессирование дыхательной недостаточности (ДН) и длительная ИВЛ).

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета прикладных программ *Statistica 6.0*. Гипотеза о нормальном распределении проверялась с использованием критерия Шапиро–Уилка. Все показатели имели закон распределения, отличный от нормального, поэтому описательные статистики были представлены в виде медианы (*Me*) и межквартильного расстояния (25 %; 75 %) *Me* (*Lq*; *Uq*). Анализ различий в частоте выявления неблагоприятных клинических признаков

осуществлялся с помощью многофункционального критерия — углового преобразования Фишера. При анализе различий количественных признаков в 2 группах использовался непараметрический критерий U-тест Манна–Уитни. При сравнении средних уровней показателей в 3 группах применялся критерий Крускала–Уоллиса. Для оценки сдвигов, произошедших между замерами, использовался непараметрический критерий Уилкоксона. Критическим уровнем статистической значимости считался  $p = 0,05$ .

Для оценки вероятности риска развития осложнений в раннем послеоперационном периоде применялся регрессионный анализ в виде бинарной логистической регрессии. Адекватность прогностической модели оценивалась с помощью ROC-анализа,

**Таблица 3**  
**Структура кардиореспираторных осложнений у пациентов с ишемической болезнью сердца в раннем послеоперационном периоде после проведения коронарного шунтирования в зависимости от наличия патологии бронхолегочной системы**

**Table 3**  
**Early post-surgery cardiorespiratory complications in patients with ischaemic heart disease underwent coronary bypass surgery in dependence of respiratory comorbidity**

Осложнения	1 (1-я группа)	2 (2-я группа)	3 (3-я группа)	p
	48 (7,2 %)	248 (37,5 %)	366 (55,3 %)	
Развитие РО, n (%)	4 (8,3)	52 (20,9)	17 (4,6)	$p_{1-2-3} < 0,05$ $p_{1-2} = 0,036$ $p_{1-3} \geq 0,05$ $p_{2-3} = 0,001$
Госпитальная пневмония, в случае которой потребовалась АБТ, n (%)	1 (4,5)	9 (5,2)	4 (2,3)	$p_{1-2-3} < 0,05$ $p_{1-2} \geq 0,05$ $p_{1-3} \geq 0,05$ $p_{2-3} = 0,027$
Плеврит, в случае которого потребовалась АБТ, n (%)	1 (4,5)	10 (5,9)	7 (4,1)	$p_{1-2-3} \geq 0,05$
Пневмоторакс, включая сегментарный коллапс и ателектаз легких, n (%)	0 (0,0)	7 (4,1)	1 (0,6)	$p_{1-2-3} < 0,05$ $p_{1-2} \geq 0,05$ $p_{1-3} \geq 0,05$ $p_{2-3} = 0,006$
Медиастинит и инфекция грудины, n (%)	0 (0,0)	2 (1,2)	0	$p_{1-2-3} < 0,05$ $p_{1-2} \geq 0,05$ $p_{1-3} \geq 0,05$ $p_{2-3} = 0,001$
Обострение ХОБЛ / бронхита / острого бронхита, в случае которого потребовалась коррекция лечения бронхолитическими препаратами, и ГКС, ГКС, назначение АБТ, n (%)	2 (9,1)	24 (14,1)	5 (2,9)	$p_{1-2-3} < 0,05$ $p_{1-2} \geq 0,05$ $p_{1-3} \geq 0,05$ $p_{2-3} = 0,001$
Прогрессирование ДН, n (%)	3 (13,6)	30 (17,6)	0	$p_{1-2-3} < 0,05$ $p_{1-2} \geq 0,05$ $p_{1-3} = 0,001$ $p_{2-3} = 0,001$
Продолжительность ИВЛ, мин	781,0 (525,0; 892,5)	1003,7 (555,0; 780,0)	747,6 (530,0; 820,0)	$p_{1-2-3} < 0,05$ $p_{1-2} = 0,004$ $p_{1-3} \geq 0,05$ $p_{2-3} = 0,003$

Примечание: РО – респираторные осложнения; АБТ – антибактериальная терапия; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; и ГКС – ингаляционные глюкокортикостероиды; ДН – дыхательная недостаточность; ИВЛ – искусственная вентиляция легких.

анализов площади под ROC-кривой, специфичности и чувствительности модели.

## Результаты и обсуждение

Согласно проведенному исследованию, осложнения БЛС развились у 73 (11 %) пациентов, подвергшихся КШ в условиях ИК. Наибольшее число осложнений зафиксировано у лиц без проявления бронхообструкции перед операцией (2-я группа), РО в данной группе регистрировалось 20,9 % vs 8,3 % vs 4,6 % соответственно (табл. 3). Пациенты указанных групп различались по частоте развития инфекции нижних дыхательных путей (нозокомиальной пневмонии, острого бронхита, обострения ХОБЛ и / или хронического бронхита), пневмоторакса (включая сегментарный коллапс и ателектаз легких), медиастинита и развития инфекции грудины, а также по длительности ИВЛ. Эти осложнения чаще развивались у пациентов, имевших обструкцию дыхательных путей (2-я группа), и не различались между пациентами с отягощенным респираторным анамнезом без вентиляционных нарушений (1-я группа) и пациентами с изолированной ИБС (3-я группа).

Для построения моделей, позволяющих оценить риск развития осложнений госпитального периода у пациентов с ИБС после хирургической реваскуляризации миокарда, применялся регрессионный анализ в виде бинарной логистической регрессии. На первоначальном этапе статистического исследования, учитывая множество факторов, потенциально неблагоприятно влияющих на госпитальный прогноз, проводилась процедура рискметрии. Цель

**Таблица 4**  
**Прогностические коэффициенты клинико-анамнестических факторов, характеризующие риск развития респираторных осложнений у пациентов с ишемической болезнью сердца, подвергшихся коронарному шунтированию**

**Table 4**  
**Predictive values of clinical and demographic parameters for risk of respiratory complications in patients with ischaemic heart disease underwent coronary bypass surgery**

Факторы риска	Категории факторов риска	Риск развития РО ( $p_{ij}$ )	Прогностический коэффициент ( $p_{ij}^2$ )
Пол:	мужской	0,253086	0,064053
	женский	0,225	0,050625
Возраст, годы	< 60	0,223214	0,049825
	≥ 60	0,277778	0,07716
ФК стенокардии	0 / I	0,115385	0,013314
	II	0,254237	0,064637
	III	0,269565	0,072665
	IV	0,333333	0,111111
ФК ХСН	0 / I	0,181818	0,033058
	II	0,238806	0,057028
	III	0,280702	0,078793
ФП	Отсутствует	0,239521	0,05737
	Имеется	0,285714	0,081633

Примечание: РО – респираторные осложнения; ФК – функциональный класс; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; ФП – фибрилляция предсердий.

данного процесса заключалась в построении комплексных оценок различных факторов риска, позволяющих снижать признаковое пространство с минимальной потерей информации. Все факторы разделены на 2 группы:

- 1-я (клинико-анамнестическая) – возраст, пол, курение, данные анамнеза по сопутствующей патологии (артериальная гипертензия, СД, ОНМК, ФК ИБС, ХСН и т. п.), показатели эхокардиографии, интраоперационные характеристики (длительность ИК, время окклюзии аорты, кратность кардиоплегий, индекс реваскуляризации, время ИВЛ и т. п.);
- 2-я (все параметры дыхания, характеризующие функцию легких) – все анализируемые в данной работе параметры респираторной функции легких.

Процедура рискметрии заключалась в вычислении прогностических коэффициентов всех факторов. Прогностические коэффициенты для каждого фактора риска равнялись квадратам относительных частот (рискам) неблагоприятного госпитального прогноза. На основе анализа прогностических коэффициентов из всех клинико-анамнестических и инструментальных параметров (за исключением показателей, характеризующих функцию легких) были отобраны наиболее значимые с позиции высокого риска развития РО (табл. 4), к которым были отнесены пол и возраст пациента, дооперационный ФК стенокардии и ХСН, а также наличие в анамнезе постоянной формы фибрилляции предсердий (ФП).

Таким образом, чем выше значение прогностического коэффициента, тем выше риск развития РО после КШ. Согласно полученным данным, наибольший риск отмечается у лиц мужского пола старше 60 лет с постоянной формой ФП и исходно более высоким ФК стенокардии и ХСН.

Для оценки вероятности риска развития РО были рассчитаны 2 интегральных показателя:  $Rkl$ , характеризующий комплексную оценку группы клинико-анамнестических факторов, и  $R_{resp}$ , характеризующий комплексную оценку респираторной функции легких. Для расчета этих показателей в рассмотрение вводилась эталонная точка, имеющая нулевые координаты, соответствующие нулевому риску развития РО в госпитальном периоде. Каждый пациент был представлен в виде точки, координатами которой являются значения рисков соответствующих уровней факторов рассматриваемой группы. Интегральный показатель представлял собой среднее квадратическое расстояние от рассматриваемого пациента до эталонной точки.

В клинико-анамнестическую группу вошли 5 факторов, поэтому интегральный показатель, характеризующий комплексную оценку влияния клинико-анамнестических факторов на риск развития РО, рассчитывался по следующей формуле:

$$Rkl = \sqrt{\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 (p_{ij} - 0)^2} = \sqrt{\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 p_{ij}^2}, \quad (1)$$

где  $p_{ij}^2$  – прогностический коэффициент для j-го уровня i-ого фактора риска. Данный показатель изменяется в пределах от 0 до 1. Чем ближе значение показателя к нулю, тем ниже риск развития РО.

Согласно полученным данным, статистически значимых различий в средних значениях интегрального показателя, характеризующего комплексную оценку влияния клиничко-анамнестических факторов у пациентов с ИБС, подвергшихся хирургической реваскуляризации миокарда, с учетом риска развития РО в анализируемых группах не выявлено. Так, у пациентов с респираторной патологией, но без нарушения вентиляционной функции (1-я группа) он составил  $0,245 \pm 0,015$  у. е., в группе больных с респираторной патологией и обструкцией дыхательных путей (2-я группа) –  $0,250 \pm 0,012$  у. е., а у лиц с изолированной ИБС (3-я группа) –  $0,248 \pm 0,014$  у. е. (между всеми группами  $p > 0,05$ ).

Таким образом, интегральный показатель клиничко-анамнестических факторов в одинаковой степени оказывают влияние на развитие РО у пациентов с ИБС.

Далее по аналогичному алгоритму проведен расчет интегрального показателя, характеризующего комплексную оценку респираторной функции легких с учетом риска развития РО у пациентов с ИБС. Для комплексной оценки влияния параметров

дыхания на риск развития данного вида РО были использованы следующие показатели: ФЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub>, ОФВ<sub>1</sub> / ФЖЕЛ, ЖЕЛ, ВГО, ООЛ, ОЕЛ и DL<sub>СО<sub>корр.</sub></sub>. По величинам прогностических коэффициентов для показателей (табл. 5), характеризующих функцию респираторной системы с позиции риска развития осложнений БЛС, значимое влияние имеет ряд отклонений параметров дыхания. Так, более высокий риск развития РО обуславливают низкие значения ФЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub>, ОФВ<sub>1</sub> / ФЖЕЛ, более высокие показатели ОЕЛ и ООЛ. А изменения уровней ВГО и DL<sub>СО<sub>корр.</sub></sub> значимого влияния на развитие данного РО не оказывали.

Интегральный показатель, характеризующий комплексную оценку респираторной функции легких с учетом риска развития РО у пациентов с ИБС, рассчитывался по следующей формуле:

$$R_{resp} = \sqrt{\frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 p_{ij}^2}, \quad (2)$$

где  $R_{resp}$  – показатель, характеризующий комплексную оценку респираторной функции легких, – прогностический коэффициент для j-го уровня i-ого фактора риска.

У пациентов с заболеванием БЛС без обструктивных нарушений (1-я группа), интегральный показатель, характеризующий респираторную функцию легких, был равен  $0,259 \pm 0,045$  у. е., у пациентов с заболеванием БЛС с бронхообструкцией (2-я группа) –  $0,261 \pm 0,043$  у. е., у пациентов с изолированной ИБС (3-я группа) –  $0,243 \pm 0,030$  у. е. ( $p = 0,00608$ ).

Для оценки вероятности риска развития РО применялся регрессионный анализ в виде бинарной логистической регрессии. В группу факторов, предположительно влияющих на данный госпитальный исход, были включены 2 интегральных показателя и принадлежность к исходной группе (1-й, 2-й или 3-й), т. е. факт наличия сопутствующей патологии легких (1-я группа), заболевания легких с обструкцией дыхательных путей (2-я группа) или отсутствия патологии легких (3-я группа) может являться самостоятельным и дополнительным фактором риска развития данного вида осложнений. Показатель, характеризующий группу пациентов с ИБС, был включен в модель в виде 2 фиктивных переменных – ГР1 и ГР2 с соответствующими кодировками: ГР1 = 1 и ГР2 = 0 – для пациентов 1-й группы; ГР1 = 0 и ГР2 = 1 – для пациентов 2-й группы; ГР1 = 0 и ГР2 = 0 – для пациентов 3-й группы. В качестве метода использовался метод пошагового включения.

По данным проведенного регрессионного анализа к факторам, статистически значимо ( $p < 0,05$ ) влияющим на вероятность развития РО в госпитальном периоде после КШ, были отнесены (табл. 6) следующие: Rkl (интегральный показатель, характеризующий комплексную оценку клиничко-анамнестических факторов),  $R_{resp}$  (интегральный показатель, характеризующий комплексную оценку

**Таблица 5**  
**Прогностические коэффициенты для параметров дыхания, характеризующие риск развития респираторных осложнений у пациентов с ишемической болезнью сердца, подвергшихся коронарному шунтированию**  
**Table 5**  
**Predictive values of respiratory parameters for risk of respiratory complications in patients with ischaemic heart disease underwent coronary bypass surgery**

Факторы риска	Категории факторов риска	Риск развития РО ( $p_i$ )	Прогностический коэффициент ( $p_i^2$ )
ФЖЕЛ, % <sub>доп.</sub>	> 85	0,206061	0,042461
	≤ 85	0,432432	0,186998
ОФВ <sub>1</sub> , % <sub>доп.</sub>	> 75	0,206704	0,042727
	≤ 75	0,565217	0,319471
ОФВ <sub>1</sub> / ФЖЕЛ, %	> 70	0,209877	0,044048
	≤ 70	0,4	0,16
ЖЕЛ, % <sub>доп.</sub>	> 85	0,234286	0,05489
	≤ 85	0,333333	0,111111
ВГО, % <sub>доп.</sub>	85–115	0,211009	0,044525
	≤ 85 и >115	0,290323	0,084287
ООЛ, % <sub>доп.</sub>	≤ 120	0,215278	0,046345
	> 120	0,327586	0,107313
ОЕЛ, % <sub>доп.</sub>	85–115	0,208333	0,043403
	≤ 85 и >115	0,344828	0,118906
DL <sub>СО<sub>корр.</sub></sub> , % <sub>доп.</sub>	> 80	0,28125	0,079102
	≤ 80	0,216981	0,047081

Примечание: РО – респираторные осложнения; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; ОФВ<sub>1</sub> – объем форсированного выдоха за 1-ю секунду; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ВГО – внутригрудной объем; ОЕЛ – общая емкость легких; ООЛ – остаточный объем легких; DL<sub>СО<sub>корр.</sub></sub> – скорректированная диффузионная способность легких по оксиду углерода.

*Таблица 6*  
**Основные результаты оценки бинарной логистической регрессии для прогноза госпитальных бронхолегочных осложнений с учетом принадлежности к анализируемым группам**  
*Table 6*  
**Key results of binary logistic regression analysis to predict hospital respiratory complications in patients' groups**

Фактор	B (коэффициент регрессии)	S. E. (стандартная ошибка)	Wald (статистика Вальда)	Sig (уровень значимости)
Принадлежность ко 2-й группе (X1)	1,077	0,365	8,688	0,003
R <sub>resp</sub> (X2)	15,343	4,333	12,542	0,000
Rkl (X3)	19,286	9,857	3,828	0,050
Константа	-10,497	3,789	7,675	0,006

Примечание: интегральные показатели, характеризующие комплексную оценку: Rkl – клинико-anamnestических факторов, R<sub>resp</sub> – респираторной функции легких.

респираторной функции легких) и факт принадлежности пациента к группе респираторной патологией с бронхиальной обструкцией (в ходе данной работы – это 2-я группа).

Таким образом, чем больше значения показателей R<sub>resp</sub> и Rkl, тем выше вероятность риска развития госпитальных РО у пациентов с ИБС. Данная вероятность возрастает у пациентов 2-й группы (ИБС с заболеванием респираторной системы и бронхиальной обструкцией) и снижается у лиц 1-й (ИБС с заболеванием респираторной системы без бронхиальной обструкции) или 3-й (с изолированной ИБС) групп.

На основании результатов бинарной логистической регрессии вероятность развития РО (P) в госпитальном периоде рассчитывалась по следующей формуле:

$$P(Y = 1 / X_1, X_2, X_3) = \frac{1}{1 + e^{-(10,497 + 1,077 \times X_1 + 15,343 \times X_2 + 19,286 \times X_3)}}, \quad (3)$$

где Y – факт развития РО (Y = 1 – наличие РО; Y = 0 – отсутствие РО); P(Y = 1) – вероятность того, что у пациента с ИБС разовьется РО (Y = 1); e – экспонента.

Для повышения прогностической способности модели был проведен ROC-анализ. Площадь под ROC-кривой составила 0,732; за уточненное пороговое значение порога классификации принято значение 0,241. При данном пороге классификации чувствительность модели составила 70 %, а специфичность – 67,8 %.

Анализ распределения пациентов с благоприятным и неблагоприятным исходами позволил разбить диапазон изменения значений вероятности на различные уровни риска развития РО в госпитальном периоде (табл. 7).

Применение данной модели, построенной на рассчитанных показателях, характеризующих комплексную оценку клинико-anamnestических факторов (Rkl), комплексную оценку респираторной функции легких (R<sub>resp</sub>), а также принадлежность к одной из анализируемых групп, позволило прогнозировать риск развития осложнений БЛС у пациентов с ИБС после проведения КШ в условиях ИК.

По результатам настоящего исследования продемонстрировано, что у 73 из 662 пациентов, подвергшихся КШ в условиях ИК, имеет место развитие

БЛС. Математическое моделирование неблагоприятного прогноза, основанное на комплексной оценке факторов риска, включало расчет 2 интегральных показателей: 1-й характеризует комплексную оценку группы клинико-anamnestических факторов, 2-й – комплексную оценку респираторной функции легких. С позиции большей значимости в плане риска развития РО из клинико-anamnestических данных были включены пол и возраст пациента, дооперационный ФК стенокардии и ХСН, а также наличие в анамнезе постоянной формы ФП. Риск развития РО был более высоким, если в предоперационном периоде были получены значения ниже прогностических для таких параметров, как ФЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub>, ОФВ<sub>1</sub> / ФЖЕЛ, а также более высокие показатели ОЕЛ и ООЛ. Изменения уровня ВГО и DL<sub>СО</sub>корр. значимого влияния на риск развития данного осложнения не оказывали. В случае ХОБЛ у пациентов с ИБС после КШ значимо увеличивался риск развития РО.

Существующие в настоящее время расчетные шкалы прогнозирования ориентированы прежде всего на расчет риска развития летального исхода у пациентов, подвергшихся КШ, но не на прогноз развития риска разных типов РО. В проведенных ранее исследованиях [12–17] убедительно показано, что неблагоприятный прогноз обуславливают такие факторы, как возраст, пол, низкая фракция выброса левого желудочка, наличие СД, ХОБЛ, почечной дисфункции, многососудистое поражение коронар-

*Таблица 7*  
**Уровень риска развития бронхолегочных осложнений у пациентов с ишемической болезнью сердца в госпитальном периоде после коронарного шунтирования**  
*Table 7*  
**A risk of in-hospital respiratory complications in patients with ischaemic heart disease underwent coronary bypass surgery**

Диапазон вероятности риска	Уровень риска развития осложнений	Пациенты с ИБС, %	
		без РО	с РО
0–0,15	Низкий	44,74	14
0,15–0,40	Средний	46,71	50
0,4–1,0	Высокий	8,55	36

Примечание: ИБС – ишемическая болезнь сердца; РО – респираторные осложнения.



ных сосудов. Но работы, посвященные комплексному подходу к оценке риска, немногочисленны и, как правило, ограничиваются только несколькими факторами (индекс массы тела, длительность операции, ранее перенесенный ИМ, курение). В ряде работ при прогнозировании как длительности пребывания в стационаре, так и послеоперационного прогноза уделяется внимание отдельным параметрам функции дыхания. Так, С.С. Canver et al. (1998) [18] показано, что предоперационное значение  $ОФВ_1$  было значимым предиктором 5-летней выживаемости у молодых и пожилых пациентов, перенесших КШ. Согласно данным R.G. Fuster et al. [9], предоперационное значение  $ОФВ_1 < 60 \%$  долж. в качестве отдаленного прогноза является неблагоприятным прогностическим фактором. M. Durand et al. [19] показано, что низкий уровень ФЖЕЛ был связан с более высоким уровнем смертности, а также ассоциировался с реинтубацией и более длительной ИВЛ после операции. M. Naiafi et al. [20] продемонстрирована прогностическая роль ФЖЕЛ в отношении РО.

Появляется все больше доказательств того, что пациенты с ХОБЛ, перенесшие КШ, подвергаются повышенному риску развития послеоперационных РО (усугубление ДН, пролонгирование ИВЛ, инфекции послеоперационной раны и др.) и аритмий, что находит подтверждение в проведенных исследованиях [20]. H. Manganas et al. [14] установлено, что длительность пребывания пациентов с ХОБЛ после КШ в стационаре связана с более высокой частотой развития послеоперационных инфекций грудного отдела и ФП. По результатам исследования, проведенного на Тайване, показано, что у пациентов с ХОБЛ в послеоперационном периоде чаще развиваются пневмония и нарушения ритма [21]. В исследовании А.С. Клинковой и соавт. [22] установлено, что в послеоперационном периоде КШ у пациентов с сочетанной патологией (ХОБЛ и ИБС) статистически больше развитие ДН, ФП, длительность ИВЛ, что подтверждено в ходе данного исследования. Так, развитие ДН у пациентов с обструктивными нарушениями в послеоперационном периоде наблюдалось в 30 (17,6 %) случаях, тогда как у пациентов без заболеваний респираторной системы случаев развития ДН не зафиксировано. Аналогичная зависимость выявлена и по длительности ИВЛ: у пациентов с изолированной ИБС (3-я группа) она составила 747,6 (530,0; 820,0) мин, тогда как у пациентов с ИБС и ХОБЛ (2-я группа) она была длительнее и составила 1 003,7 (555,0; 780,0) мин ( $p = 0,003$ ).

У пациентов с тяжелым течением ХОБЛ отмечается взаимосвязь между низким предоперационным значением ФЖЕЛ и послеоперационными РО, в то время как в случае легкого и среднетяжелого течения данной ассоциации не установлено [20, 23]. В исследовании российских коллег [22] при проведении регрессионного анализа выявлено, что наличие ХОБЛ является предиктором неблагоприятного госпитального прогноза, а сочетание  $ОФВ_1 < 60 \%$  и  $ООЛ > 130 \%$  долж. является достоверным фактором более длительной ИВЛ.

## Заключение

Таким образом, при прогнозировании развития РО у пациентов после хирургической реваскуляризации миокарда с использованием ИК показана высокая прогностическая значимость ряда клинико-анамнестических факторов (пол, возраст пациента, дооперационный ФК стенокардии и ХСН, постоянная форма ФП, артериальная гипертензия, ХОБЛ, ранее перенесенное ОНМК и дооперационный уровень фракции выброса левого желудочка) и различные отклонения (выше или ниже прогностических значений) параметров дыхания (ФЖЕЛ,  $ОФВ_1$ ,  $ОФВ_1 / ФЖЕЛ$ , ЖЕЛ, ОЕЛ, ВГО, ООЛ,  $DL_{CO\text{корр}}$ ). Несомненно, необходим комплексный подход к прогнозированию неблагоприятных событий до начала хирургического вмешательства, который позволил бы помочь в их профилактике, а врачам, принимающим решение о выборе метода реваскуляризации, это помогло бы минимизировать данный риск.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Disclaimer

The authors declare no conflict of interest.

## Литература

1. Rao M.P., Al-Khatib S.M., Pokorney S.D. et al. Sudden cardiac death in patients with ischemic heart failure undergoing coronary artery bypass grafting: results from the Surgical Treatment for Ischemic Heart Failure (STICH) randomized clinical trial. *Circulation*. 2017; 135 (12): 1136–1144. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.026075.
2. Wang Y., Shi X., Du R. et al. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting in patients with diabetes: a meta-analysis. *Acta Diabetol*. 2017; 54 (3): 283–292. DOI: 10.1007/s00592-016-0951-0.
3. Wang T.K.M., Woodhead A., Ramanathan T., Remberton J. Relationship between diabetic variables and outcomes after coronary artery bypass grafting in diabetic patients. *Heart Lung Circ*. 2017; 26 (4): 371–375. DOI: 10.1016/j.hlc.2016.05.117.
4. Gao H.Y., Zhang E.L., Liu Q.R. et al. Impact of diabetes duration on 3-year clinical outcomes following coronary revascularization. *Coron. Artery Dis*. 2017; 28 (2): 151–158. DOI: 10.1097/MCA.0000000000000441.
5. Зафираки В.К., Скалецкий К.В., Космачева Е.Д. и др. Реваскуляризация миокарда у больных хроническими формами ишемической болезни сердца в сочетании с хронической обструктивной болезнью легких. *Кардиология*. 2016; 56 (1): 51–55. DOI: 10.18565/cardio.2016.1.51-55.
6. Hegazy Y.Y., Sodian R., Hassanein W. et al. The use of bilateral internal mammary arteries for coronary revascularization in patients with COPD: is it a good idea? *Heart Surg. Forum*. 2016; 19 (5): 243–247. DOI: 10.1532/hsf.1482.
7. Almassi G.H., Shroyer A.L., Collins J.F. et al. Chronic obstructive pulmonary disease impact upon outcomes: the veterans affairs randomized on/off bypass trial. *Ann. Thorac. Surg*. 2013; 96 (4): 1302–1309. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2013.05.055.
8. Roncada G., Dendale P., Linsen L. et al. Reduction in pulmonary function after CABG surgery is related to postoper-

- ative inflammation and hypercortisolemia. *Int. J. Clin. Exp. Med.* 2015; 8 (7): 10938–10946. Available at: [www.ijcem.com/ISSN:1940-5901/IJCEM0010435](http://www.ijcem.com/ISSN:1940-5901/IJCEM0010435) [Accessed 04 May, 2017].
9. Fuster R.G., Argudo J.A.M., Albarova O.G. et al. Prognostic value of chronic obstructive pulmonary disease in coronary artery bypass grafting. *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg.* 2006; 29 (2): 202–209. DOI: 10.1016/j.ejcts.2005.11.015.
  10. Гелис Л.Г. Прогностическая оценка операционного риска у кардиохирургических пациентов с острым коронарным синдромом. *Лечебное дело.* 2014; 3 (37): 53–59.
  11. Косарев В.В., Бабанов С.А. Профессиональная хроническая обструктивная болезнь легких. *Врач.* 2015; (7): 2–7.
  12. Арутюнян Л.А., Нелаев В.С., Машкин А.М. и др. Маркеры риска фатальных и нефатальных осложнений при операциях хирургической реваскуляризации миокарда. *Медицинская наука и образование Урала.* 2015; 16 (2–1): 65–69.
  13. Wrobel K., Stevens S.R., Jones R.H. et al. Influence of baseline characteristics, operative conduct and postoperative course on 30-day outcomes of coronary artery bypass grafting among patients with left ventricular dysfunction: results from the Surgical Treatment for Ischemic Heart Failure (STICH) trial. *Circulation.* 2015; 132 (8): 720–730. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.014932.
  14. Manganas H., Lacasse Y., Bourgeois S. et al. Postoperative outcome after coronary artery bypass grafting in chronic obstructive pulmonary disease. *Can. Respir. J.* 2007; 14 (1): 19–24. DOI: 10.1155/2007/378963.
  15. Бокерия Л.А., Коваленко О.А., Ирасханов А.К., Бенделиани Н.Г. Сравнительные отдаленные результаты полного артериального коронарного шунтирования и реваскуляризации внутренней грудной артерией и венами. *Бюллетень НЦССХ им. А.Н.Бакулева РАМН.* 2012; 13 (2): 49–57.
  16. Westerdaal E., Jonsson M., Emtner M. Pulmonary function and health-related quality of life 1-year follow up after cardiac surgery. *J. Cardiothorac. Surg.* 2016; 11 (1): 99. DOI: 10.1186/s13019-016-0491-2.
  17. Rahmanian P.B., Kröner A., Langebartels G. et al. Impact of major non-cardiac complications on outcome following cardiac surgery procedures: logistic regression analysis in a very recent patient cohort. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2013; 17 (2): 319–327. DOI: 10.1093/icvts/ivt149.
  18. Canver C.C., Nichols R.D., Kroncke G.M. Influence of age-specific lung function on survival after coronary bypass. *Ann. Thorac. Surg.* 1998; 66 (1): 144–147. DOI: 10.1016/S0003-4975(98)00322-1.
  19. Durand M., Combes P., Eisele J.H. et al. Pulmonary function tests predict outcome after cardiac surgery. *Acta Anaesthesiol. Belg.* 1993; 44 (1): 17–23.
  20. Najafi M., Sheikhatvan M., Mortazavi S.H. Do preoperative pulmonary function indices predict morbidity after coronary artery bypass surgery? *Ann. Card. Anaesth.* 2015; 18 (3): 293–298. DOI: 10.4103/0971-9784.159796.
  21. Ho C.H., Chen Y.C., Chu C.C. et al. Postoperative complications after coronary artery bypass grafting in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Medicine (Baltimore).* 2016; 95 (8): 2926. DOI: 10.1097/MD.0000000000002926.
  22. Климова А.С., Каменская О.В., Караськов А.М. Влияние хронической обструктивной болезни легких на послеоперационное течение у больных ишемической болезнью сердца. *Российский кардиологический журнал.* 2016; (4): 64–69. DOI: 10.15829/1560-4071-2016-4-64-69.
  23. Saleh H.Z., Mohan K., Shaw M. et al. Impact of chronic obstructive pulmonary disease severity on surgical outcomes in patients undergoing non-emergent coronary artery bypass grafting. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2012; 42 (1): 108–113. DOI: 10.1093/ejcts/ezt271.

Поступила 24.06.17

## References

1. Rao M.P., Al-Khatib S.M., Pokorney S.D. et al. Sudden cardiac death in patients with ischemic heart failure undergoing coronary artery bypass grafting: results from the Surgical Treatment for Ischemic Heart Failure (STICH) randomized clinical trial. *Circulation.* 2017; 135 (12): 1136–1144. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.026075.
2. Wang Y., Shi X., Du R. et al. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting in patients with diabetes: a meta-analysis. *Acta. Diabetol.* 2017; 54 (3): 283–292. DOI: 10.1007/s00592-016-0951-0.
3. Wang T.K.M., Woodhead A., Ramanathan T., Remberton J. Relationship between diabetic variables and outcomes after coronary artery bypass grafting in diabetic patients. *Heart Lung Circ.* 2017; 26 (4): 371–375. DOI: 10.1016/j.hlc.2016.05.117.
4. Gao H.Y., Zhang E.L., Liu Q.R. et al. Impact of diabetes duration on 3-year clinical outcomes following coronary revascularization. *Coron. Artery Dis.* 2017; 28 (2): 151–158. DOI: 10.1097/MCA.0000000000000441.
5. Zafiraki V.K., Skaletskiy K.V., Kosmacheva E.D. et al. Myocardial revascularization in patients with comorbidity of chronic ischaemic heart disease and chronic obstructive pulmonary disease. *Kardiologiya.* 2016; 56 (1): 51–55. DOI: 10.18565/cardio.2016.1.51-55 (in Russian).
6. Hegazy Y.Y., Sodian R., Hassanein W. et al. The use of bilateral internal mammary arteries for coronary revascularization in patients with COPD: is it a good idea? *Heart Surg. Forum.* 2016; 19 (5): 243–247. DOI: 10.1532/hsf.1482.
7. Almassi G.H., Shroyer A.L., Collins J.F. et al. Chronic obstructive pulmonary disease impact upon outcomes: the veterans affairs randomized on/off bypass trial. *Ann. Thorac. Surg.* 2013; 96 (4): 1302–1309. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2013.05.055.
8. Roncada G., Dendale P., Linsen L. et al. Reduction in pulmonary function after CABG surgery is related to postoperative inflammation and hypercortisolemia. *Int. J. Clin. Exp. Med.* 2015; 8 (7): 10938–10946. Available at: [www.ijcem.com/ISSN:1940-5901/IJCEM0010435](http://www.ijcem.com/ISSN:1940-5901/IJCEM0010435) [Accessed 04 May, 2017].
9. Fuster R.G., Argudo J.A.M., Albarova O.G. et al. Prognostic value of chronic obstructive pulmonary disease in coronary artery bypass grafting. *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg.* 2006; 29 (2): 202–209. DOI: 10.1016/j.ejcts.2005.11.015.
10. Gelis L.G. Prognostic evaluation of cardiosurgical risk in patients with acute coronary syndrome. *Лечебное дело.* 2014; 3 (37): 53–59 (in Russian).
11. Kosarev V.V., Babanov S.A. Occupational chronic obstructive pulmonary disease. *Vrach.* 2015; (7): 2–7 (in Russian).
12. Arutyunyan L.A., Nelaev V.S., Mashkin A.M. et al. Markers of risk of fatal and non-fatal complications of surgical myocardial revascularization. *Meditsinskaya nauka i obrazovanie Urala.* 2015; 16 (2–1): 65–69 (in Russian).
13. Wrobel K., Stevens S.R., Jones R.H. et al. Influence of baseline characteristics, operative conduct and postoperative course on 30-day outcomes of coronary artery bypass grafting among patients with left ventricular dysfunction: results from the Surgical Treatment for Ischemic Heart Failure

- (STICH) trial. *Circulation*. 2015; 132 (8): 720–730. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.014932.
14. Manganas H., Lacasse Y., Bourgeois S. et al. Postoperative outcome after coronary artery bypass grafting in chronic obstructive pulmonary disease. *Can. Respir. J.* 2007; 14 (1): 19–24. DOI: 10.1155/2007/378963.
  15. Bokeriya L.A., Kovalenko O.A., Iraskhanov A.K., Bendeliani N.G. Comparative long-term results of total arterial coronary bypass and revascularization of the internal thoracic artery and veins. *Byulleten' NTsSSKh im. A.N. Bakuleva RAMN*. 2012; 13 (2): 49–57 (in Russian).
  16. Westerdahl E., Jonsson M., Emtner M. Pulmonary function and health-related quality of life 1-year follow up after cardiac surgery. *J. Cardiothorac. Surg.* 2016; 11 (1): 99. DOI: 10.1186/s13019-016-0491-2.
  17. Rahmanian P.B., Kröner A., Langebartels G. et al. Impact of major non-cardiac complications on outcome following cardiac surgery procedures: logistic regression analysis in a very recent patient cohort. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2013; 17 (2): 319–327. DOI: 10.1093/icvts/ivt149.
  18. Canver C.C., Nichols R.D., Kroncke G.M. Influence of age-specific lung function on survival after coronary bypass. *Ann. Thorac. Surg.* 1998; 66 (1): 144–147. DOI: 10.1016/S0003-4975(98)00322-1.
  19. Durand M., Combes P., Eisele J.H. et al. Pulmonary function tests predict outcome after cardiac surgery. *Acta Anaesthesiol. Belg.* 1993; 44 (1): 17–23.
  20. Najafi M., Sheikhatan M., Mortazavi S.H. Do preoperative pulmonary function indices predict morbidity after coronary artery bypass surgery? *Ann. Card. Anaesth.* 2015; 18 (3): 293–298. DOI: 10.4103/0971-9784.159796.
  21. Ho C.H., Chen Y.C., Chu C.C. et al. Postoperative complications after coronary artery bypass grafting in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Medicine (Baltimore)*. 2016; 95 (8): 2926. DOI: 10.1097/MD.0000000000002926.
  22. Klinkova A.S., Kamenskaya O.V., Karas'kov A.M. An impact of chronic obstructive pulmonary disease on postoperative period in patients with ischaemic heart disease. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal*. 2016; (4): 64–69. DOI: 10.15829/1560-4071-2016-4-64–69 (in Russian).
  23. Saleh H.Z., Mohan K., Shaw M. et al. Impact of chronic obstructive pulmonary disease severity on surgical outcomes in patients undergoing non-emergent coronary artery bypass grafting. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2012; 42 (1): 108–113. DOI: 10.1093/ejcts/ezr271.

Received June 24, 2017