

© CC 0 Коллектив авторов, 2019
 УДК 616.24-006.6-089.878 : 616.24-007.272-036.12
 DOI: 10.24884/0042-4625-2019-178-5-121-126

ОТБОР ПАЦИЕНТОВ С СОПУТСТВУЮЩЕЙ ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНЬЮ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АНАТОМИЧЕСКИХ РЕЗЕКЦИЙ ПРИ РАКЕ ЛЕГКОГО (обзор литературы)

А. Л. Акопов*, С. Д. Горбунков, А. И. Романихин, М. Г. Ковалев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Поступила в редакцию 28.01.19 г.; принята к печати 09.10.19 г.

Проведен анализ отечественной и зарубежной литературы относительно возможности выполнения анатомических резекций легких у пациентов с сопутствующей хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ). По мнению большинства исследователей, ОФВ1 и ДСП(сo) более 80 % указывают на высокую вероятность неосложненного послеоперационного периода, после любой анатомической резекции легкого. При значении указанных параметров менее 80 % необходимо выполнение дополнительных исследований – функциональных тестов (6-минутный тест с ходьбой, лестничная проба), КРНТ, расчет послеоперационных значений функции внешнего дыхания, также при необходимости, с целью исследования региональной функции дыхания, возможно выполнение сцинтиграфии легких. При пороговых значениях указанных параметров решение о возможности и необходимости проведения оперативного лечения должно приниматься в индивидуальном порядке. В то же время на настоящий момент нет системы оценки риска послеоперационных осложнений для конкретного пациента на основе всех известных о нем сведений, что представляет собой потенциал для дальнейших исследований.

Ключевые слова: резекция легкого, хроническая обструктивная болезнь легких, рак легкого, 6-минутный тест с ходьбой, кардиопульмональное тестирование

Для цитирования: Акопов А. Л., Горбунков С. Д., Романихин А. И., Ковалев М. Г. Отбор пациентов с сопутствующей хронической обструктивной болезнью для проведения анатомических резекций при раке легкого (обзор литературы). *Вестник хирургии имени И. И. Грекова*. 2019;178(5):121–126. DOI: 10.24884/0042-4625-2019-178-5-121-126.

* **Автор для связи:** Андрей Леонидович Акопов, ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Минздрава России, 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8. E-mail: akopovand@mail.ru.

SELECTION OF PATIENTS WITH CONCOMITANT CHRONIC OBSTRUCTIVE DISEASE FOR ANATOMICAL RESECTIONS IN LUNG CANCER (review of literature)

Andrey L. Akopov*, Stanislav D. Gorbunkov, Arkadyi I. Romanikhin, Mikhail G. Kovalev

Pavlov University, Saint Petersburg, Russia

Received 28.01.19; accepted 09.10.19

The analysis of literature on the possibility of performing anatomical pulmonary resections in patients with concomitant COPD was performed. According to most researchers, FEV1 and DL (CO) more than 80 % indicated a high probability of an uncomplicated postoperative period after any anatomical resection of the lung. If the specified parameters were less than 80 %, additional studies were required: functional tests (6-minute walk test, staircase test), stress testing, calculation of predicted postoperative values of respiratory function, and, if necessary, lung scintigraphy could be performed to study regional respiratory function. The decision about the possibility and need for surgical treatment should have been made individually at the threshold values of these parameters. At the same time, there is currently no system for assessing the risk of postoperative complications for a particular patient, based on all the information about it, which represents the potential for further research.

Keywords: lung resection, chronic obstructive pulmonary disease, lung cancer, 6-minute walk test, cardiopulmonary testing

For citation: Akopov A. L., Gorbunkov S. D., Romanikhin A. I., Kovalev M. G. Selection of patients with concomitant chronic obstructive disease for anatomical resections in lung cancer (review of literature). *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2019;178(5):121–126. (In Russ.). DOI: 10.24884/0042-4625-2019-178-5-121-126.

* **Corresponding author:** Andrey L. Akopov, Pavlov University, 6-8 L'va Tolstogo street, Saint Petersburg, Russia, 197022. E-mail: akopovand@mail.ru.

Введение. Среди хронических заболеваний органов дыхания хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) является наиболее частым. По данным ВОЗ, ХОБЛ занимает 4-е место в мире в структуре заболеваемости и смертности населения, а к 2020 г. будет находиться на 3-м, уступая лишь патологии сердечно-сосудистой системы и онкологическим заболеваниям. Степень тяжести ХОБЛ определяется по уровню снижения объема форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1) и числу обострений за год [1]. Основным исходом ХОБЛ тяжелой и крайне тяжелой степени выраженности является дыхательная недостаточность (ДН), которая не только приводит к инвалидизации, но и повышает частоту осложнений при выполнении операций (на 8–39 % в торакальной хирургии, на 2–19 % в общей хирургии) [2, 3].

Наиболее частыми оперативными вмешательствами на легких являются анатомические резекции при первичном раке [4]. Эти операции сопровождаются снижением показателей функции внешнего дыхания за счет потери части легочной паренхимы, нарушения биомеханики дыхания из-за хирургической травмы вследствие доступа и болевого синдрома. У больных ХОБЛ после операций на легких нередко развивается вентилятор-ассоциированное обострение, что приводит к еще большему нарастанию ДН.

В нашей стране ряд авторов внесли большой вклад в хирургическое лечение больных с ХОБЛ [5, 6]. В связи с широким применением современных средств реабилитации, совершенствованием фармакотерапии, улучшением оснащения хирургов, анестезиологов и реаниматологов, появилась возможность выполнять операции у больных с сопутствующей тяжелой ХОБЛ с приемлемым числом осложнений. В то же время по ряду причин остается не полностью решенной задача определения четких критериев отбора пациентов с сопутствующей ХОБЛ для проведения анатомических резекций легких, чему и посвящена данная статья.

До настоящего момента нет четкого определения понятия «операбельность». Под этим термином стоит понимать совокупность клинических, лабораторных и функциональных показателей, по которым можно сделать вывод о том, перенесет ли пациент оперативное вмешательство. То есть этот термин характеризует вероятность развития интраоперационно или в раннем послеоперационном периоде осложнений, не совместимых с жизнью пациента. При этом эти осложнения могут и не развиться вовсе, даже если пациент расценен как «неоперабельный». Такой риск можно выразить с помощью параметрических величин – возраста, объемных и скоростных показателей функции легких и сердца, определения переносимости физической нагрузки. Для получения истинных результатов все функциональные параметры необходимо оценивать после проведения комплексной консервативной терапии [7–9]. Кроме того, оценка риска должна зависеть от предполагаемого объема анатомической резекции легкого: сегмент-, лоб-, пневмонэктомии.

В большинстве клиник до настоящего времени возраст более 70 лет считается самостоятельным фактором высокого риска послеоперационных осложнений. Однако многие исследователи рассматривают пожилой возраст как фактор риска лишь при наличии значимой сопутствующей патологии. При ее отсутствии и хороших кардиопульмональных резервах частота осложнений в пожилом и старческом возрасте сравнима с таковой у более молодых пациентов [10, 11].

Среди величин, характеризующих кардиопульмональные резервы, наибольшее значение имеют следующие:

1) показатели функции внешнего дыхания – жизненная емкость легких (ЖЕЛ), ОФВ1, индекс Тиффно, диффузионная способность легких по монооксиду углерода (ДСЛ(со));

2) расчетное давление в легочной артерии по эхокардиографии [12];

3) показатели переносимости физической нагрузки (пройденное расстояние при 6-минутном тесте с ходьбой и степень десатурации, выраженная в процентах; время, затраченное при лестничной пробе; максимальное потребление кислорода в единицу времени при кардиореспираторном нагрузочном тестировании).

Наиболее часто исследование торакального пациента, поступившего в хирургический стационар для выполнения анатомических резекций легких, начинается с выполнения спирометрии.

При спирометрии измеряется ряд параметров функции внешнего дыхания, среди которых наибольшей прогностической ценностью обладает ОФВ1. Данный показатель с целью оценки состояния легких впервые предложен в 1951 г. [13] и, несмотря на давность, успешно используется в наши дни [14, 15]. Его значение снижается при нарушении функции внешнего дыхания и указывает на ограниченность дыхательных резервов. В ранних рекомендациях для выполнения резекций легких с наименьшим риском указывались абсолютные значения ОФВ1: более 2 л для пневмонэктомии [16], 1,5 л для лобэктомии [17]. Однако абсолютные значения не учитывают пол, возраст, антропометрические данные пациента и функциональное состояние ткани, подлежащей резекции. Ряд авторов отметили большую ценность использования не абсолютных величин, а относительных (в % к должным значениям у конкретного больного) [18–20]. Принято считать, что ОФВ1 более чем 80 % от должного является критерием низкого риска осложнений после операций на легких [12].

Индекс Тиффно представляет собой отношение ОФВ1 к форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ – максимальный объем воздуха, который человек может выдохнуть после максимально глубокого вдоха). Данный показатель в норме больше 0,70 и снижается при ХОБЛ.

Как правило, у пациентов с ОФВ1 более 80 % и индексом Тиффно более 70 % дополнительного исследования респираторной системы не требуется. При снижении указанных параметров следующим этапом обследования является расчет предсказанных послеоперационных величин.

В конце XX в. была разработана концепция послеоперационных предсказанных значений (ППО). Они выражены как процентное значение от должных величин ППО (% ППО). Формула вычисления ППО-ОФВ1 следующая: $ОФВ1 \cdot [(19 - б) - а] / [19 - б]$, где а – число удаляемых сегментов, не находящихся в ателектазе; б – число ателектазированных удаляемых сегментов [12].

На настоящий момент четко не определено пороговое значение ППО-ОФВ1 для проведения анатомических резекций легких. Однако в ряде публикаций указано, что в группе пациентов с ППО-ОФВ1 меньше 40 % от должного смертность была наибольшей (около 50 %) [21–23]. Другие исследователи [24] показали, что в группе пациентов с ППО-ОФВ1 менее 30 % от должных смертность составила 60 %.

Необходимо отметить, что расчет предсказанных послеоперационных величин у пациентов с сопутствующей, особенно тяжелой, ХОБЛ не является полностью достоверным инструментом оценки операбельности и расчета риска осложнений. У этой группы больных в ходе анатомической резекции теряется меньше функционирующей паренхимы легкого за счет ее исходного поражения, а также при выполнении лобэктомии может быть выражен в разной степени эффект хирургической редукции объема легкого [25, 26]. Все это свидетельствует о том, что предсказание послеоперационной функции легких малозначимо у пациентов с тяжелой эмфиземой.

ДСЛ(со) характеризует способность газа перейти из альвеол в эритроциты через эпителий альвеол и эндотелий капилляров; определяют его как количество оксида углерода, проникающее через аэрогематический барьер за 1 мин на 1 мм рт. ст. градиента давления (мл/мин·мм рт. ст.) [26] и измеряется он в процентах от должного. В 1963 г. L. Cander et al. [28] определили, что значение ДСЛ(со) менее 50 % от предсказанного является противопоказанием для анатомических резекций легких. М. К. Ferguson et al. [29] показали, что ДСЛ(со) может быть независимым фактором развития осложнений и смертности после резекции легких, уровень ДСЛ(со) менее чем 60 % от должного является критерием высокого риска для резекций легких. О схожих выводах сообщили J. Marcos et al. [30]. Определение данного параметра функции внешнего дыхания рекомендуется при наличии у пациента верифицированного либо заподозренного при рентгенологическом исследовании интерстициального поражения легких, а также при наличии ХОБЛ тяжелой и крайне тяжелой степени тяжести [1].

Предсказанная послеоперационная ДСЛ(со) (ППО–ДСЛ(со)) еще более точно должна прогнозировать состояние легких после удаления части легочной ткани [30]. Формула для расчета ППО–ДСЛ(со) аналогична формуле расчета ППООФВ1. Значение ППО–ДСЛ(со) менее 40 % является критерием высокого риска осложнений [31]. Несмотря на то, что ДСЛ(со) является удобным инструментом оценки хирургического риска, по данным Европейской базы данных торакальных хирургов [32], этот показатель рассчитывают только у четверти пациентов перед резекцией легких.

При использовании предсказанных послеоперационных величин необходимо учитывать, что полученные расчетные параметры будут регистрироваться у пациента спустя несколько месяцев после операции, когда снижается влияние хирургической травмы, восстанавливается биомеханика дыхания (операционная травма, боль, потеря части паренхимы легкого, вентиляционно-ассоциированная травма легкого, кровопотеря), стихает послеоперационное обострение ХОБЛ [33]. Это необходимо учитывать при оценке риска развития ранних осложнений.

В нашей клинике при ППО–ОФВ1 и ППО–ДСЛ(со) 60–30 % от должного риск анатомических резекций считается значимым. У этой группы пациентов, а также при еще большем снижении уровня предсказанных показателей необходимо дополнительно выполнение функциональных тестов с физической нагрузкой.

Наиболее часто применяют 6-минутный тест с ходьбой и лестничную пробу. Эти тесты просты в выполнении, не требуют дополнительных затрат и позволяют оценить степень интеграции респираторной и сердечно-сосудистой систем. В нашей клинике они используются в следующей модификации: а) проведение 6-минутного теста с ходьбой происходит на отмеренном участке в 50 м, по которому пациент ходит с максимальной скоростью в течение 6 мин, с измерением длины пройденной дистанции; б) лестничная проба проводится путем прохождения пациентом 6 лестничных маршей по 12 ступенек, с измерением времени прохождения указанной дистанции. До и после выполнения каждого из тестов пациенту измеряется артериальное давление, частота сердечных сокращений, частота дыхательных движений, сатурация крови кислородом. Указанные показатели позволяют не только определить, справился ли пациент с необходимой нагрузкой, но и оценить функциональные резервы как дыхательной, так и сердечно-сосудистой системы пациента. В то же время параметры оценки этих тестов являются предметом дискуссии. Например, ряд авторов [34, 35] считают пороговыми значениями для 6-минутного теста с ходьбой 400 м, другие [15] –

до 700 м. Отсутствуют исследования о корреляции пройденной дистанции и качества жизни пациентов в послеоперационном периоде.

Следующим шагом в исследовании функции внешнего дыхания, особенно у пациентов с ППО–ОФВ1 и ППО–ДСЛ(со) менее 30 % от должного, является кардиореспираторное нагрузочное тестирование (КРНТ).

КРНТ приобретает все большее значение как метод функциональной оценки во всем мире. Суть метода состоит в постепенном увеличении интенсивности физической нагрузки (при выполнении пациентом работы на велоэргометре) до появления усталости (невозможности дальнейшего выполнения теста). В ходе исследования измеряются вентиляция, потребление кислорода, продукция двуоксида углерода и ряд других показателей, а также есть возможность динамического проведения пульсоксиметрии, электрокардиографии, спирометрии. КРНТ обеспечивает комплексную оценку сердечно-сосудистой, респираторной, мышечной систем пациента, метаболизм во время физической нагрузки. Низкая переносимость физической нагрузки проявляется такими симптомами, как одышка, мышечные боли, слабость, и коррелирует с изменениями сердечно-сосудистой, легочной и мышечной систем [35–37]. Среди всех данных, получаемых в ходе КРНТ, на данный момент наибольший практический интерес представляет потребление кислорода, уровень которого позволяет оценить риск осложнений в предоперационном периоде. При потреблении кислорода 20 мл/кг/мин или больше 75 % от должного возможно выполнение анатомических резекций легких, вплоть до пневмонэктомии; при значениях менее 10 мл/кг/мин любые анатомические резекции имеют высокий риск осложнений [39, 40].

Остальные параметры, получаемые в ходе исследования, требуют дальнейших исследований для определения пороговых значений [39–43].

Стоит отметить что измеренные перед операцией ОФВ1, ДСЛ(со), их расчетные послеоперационные величины и пограничные значения КРНТ у пациентов с центрально расположенными новообразованиями, обтурирующими просвет главных или долевого бронхов (либо нарушающих проходимость магистральных легочных сосудов), так же, как у пациентов с выраженной гетерогенной эмфиземой, обладают недостаточной прогностической ценностью, в связи с чем желательным является дополнительное обследование пациента. Методом выбора в данном случае будет являться перфузионная скintiграфия легкого, позволяющая определить распределение кровотока, регионарную функцию легкого, а также более точно рассчитать послеоперационную функцию легкого [12, 44, 45, 48, 49].

Для максимально корректной стратификации пациентов по риску развития послеоперационных осложнений и выраженности его в числовом значении разработаны шкалы риска. Для задач общей хирургии – это системы EuroScore, Euroscore II, APACHE II, APACHE II; они же применялись для оценки риска послеоперационных осложнений у кандидатов для операций на легких. Расчеты по ним являются достаточно сложными из-за большого числа переменных, а прогностическая ценность указанных шкал для нужд торакальной хирургии недостаточна, что привело к разработке специализированных торакальных шкал. Например, расчет по системе EVAD производится в соответствии с возрастом пациента, уровнем ОФВ1 и ДСЛ(со). Происходит суммирование баллов при наличии следующих факторов риска: 1 балл за каждые последующие 10 лет после 50; 1 балл за каждые 10 % снижения ОФВ1 и ДСЛ(со) ниже 90 % от должного. Баллы суммируются до достижения общего значения от 0 до 12. Группа умеренного риска – 8–10 баллов, высокого риска – 11–12 баллов. Относительный риск осложнений

и смертности увеличивается в зависимости от рассчитанной категории риска для большинства типов осложнений, за исключением инфекционных.

Достаточно удобной в повседневной работе оказалась шкала Thoracoscore, позволяющая рассчитать риск послеоперационной летальности. При расчете риска по данной шкале учитываются возраст и пол пациента; состояние пациента по шкале Американской ассоциации анестезиологов; оценка состояния пациента по шкале ECOG; оценка одышки по MRC Scale; экстренность предполагаемого оперативного лечения (планово или экстренно); объем (пневмонэктомия или меньший); злокачественность основного заболевания; сопутствующие заболевания. Потенциальная сложность расчета риска послеоперационной летальности по шкале Thoracoscore компенсируется наличием онлайн-ресурса [46].

К сожалению, ни одна система не может точно предсказать риск у всех групп пациентов, средняя точность этих систем составляет 70–80 %. Ни одна из представленных шкал не позволяет с полной точностью разграничить между собой группы пациентов со стандартным и повышенным риском. Также необходимо учитывать, что все указанные шкалы дают информацию о группах пациентов, но не о конкретном больном. В то же время эти системы дают возможность хирургу количественно более точно оценить общее состояние пациента, что улучшает качество отбора пациентов для операции и предоставляет пациенту более точную информацию относительно риска оперативного лечения.

Таким образом, ОФВ1 и диффузионной способности легких (ДСЛ(со)) более 80 % указывают на высокую вероятность неосложненного послеоперационного периода после любой анатомической резекции легкого. При значении указанных параметров менее 80 % необходимо выполнение дополнительных исследований – функциональных тестов (6-минутный тест с ходьбой, лестничная проба), кардиореспираторное нагрузочное тестирование (КРНТ), расчет послеоперационных значений функции внешнего дыхания, также при необходимости, с целью исследования региональной функции дыхания, возможно выполнение скинтиграфии легких. При пороговых значениях указанных параметров решение о возможности и необходимости проведения оперативного лечения должно приниматься в индивидуальном порядке торакальными хирургами совместно с онкологами, терапевтами, пульмонологами, кардиологами, специалистами по лучевой диагностике, а также с самим пациентом [9, 47].

На настоящий момент нет системы оценки риска послеоперационных осложнений для конкретного пациента на основе всех известных о нем сведений. Несомненно, это представляет собой потенциал для дальнейших исследований.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

Compliance with ethical principles

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

ЛИТЕРАТУРА

- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease / ed. by Rebecca Decker. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, Inc., 2018.
- Gatti G., Gardu G., Lusa A. M. et al. Predictors of postoperative complications in high-risk octogenarians undergoing cardiac operations // *Ann. Thorac. surgery*. 2002. № 74. P. 671–677.
- Fisher B. W., Majumdar S. R., McAlister F. A. Predicting pulmonary complications after nonthoracic surgery: a systematic review of blinded studies // *Am. J. Med.* 2002. № 112. P. 219–225.
- Aokage K., Yoshida J., Hishida T. Limited resection for early-stage non-small cell lung cancer as function-preserving radical surgery: a review // *Jpn. J. Clin. Oncol.* 2017. Vol. 47, № 1. P. 7–11.
- Яицкий Н. А., Варламов В. В., Горбунков С. Д. Результаты хирургического лечения генерализованной эмфиземы легких // *Вестн. хир. им. И. И. Грекова*. 2014. Т. 173, № 2. С. 9–13.
- Мясникова М. Н. Эмфизема легких. Хирургические аспекты. Петрозаводск: Петрозав. гос. ун-т им. О. В. Куусинена, 1975.
- Nakagawa M., Tanaka H., Tsukuma H. et al. Relationship between the duration of the preoperative smoke-free period and the incidence of postoperative pulmonary complications after pulmonary surgery // *Chest*. 2001. № 120 (3). P. 705–710.
- Barrera R., Shi W., Amar D. et al. Smoking and timing of cessation: impact on pulmonary complications after thoracotomy // *Chest*. 2005. № 127 (6). P. 1977–1983.
- Groote-Bidlingmaier von F. Functional evaluation before lung resection // *Clin. Chest. Med.* 2011. № 32. P. 773–782.
- Mazzone P. J. Evaluation of the lung cancer resection candidate // *Expert Review Respir. Med.* 2010. № 4 (1). P. 97–113.
- Акопов А. Л., Черный С. М. Хирургическое лечение рака легкого у пожилых больных // *Вестн. хир. им. И. И. Грекова*. 2005. Т. 164, № 3. С. 112–115.
- Armstrong P., Congleton J., Fountain S. W. et al. Guidelines on the selection of patients with lung cancer for surgery // *Thorax*. 2001. № 56. P. 89–108.
- Gaensler E. A. The role of pulmonary insufficiency in mortality and invalidism following surgery for pulmonary tuberculosis // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1995. Vol. 29, № 163. P. 337.
- Burke J. R., Duarte I. G., Miller J. I. et al. Preoperative risk assessment for marginal patients requiring pulmonary resection // *Ann. Thorac. Surg.* 2003. № 76 (5). P. 1767–1773.
- Datta D., Lahiri B. Preoperative evaluation of patients undergoing lung resection surgery // *Chest*. 2003. № 123 (6). P. 250–260.
- Mountain C. F., McMurtrey M. T., Frazier O. H. Extending resectability for carcinoma of the lung in patients with impaired pulmonary function // *Ann. Thorac. Surg.* 1978. № 26 (3). P. 250–260.
- Boushy S. F., Billig D. M., North L. B. et al. Clinical course related to preoperative and postoperative pulmonary function in patients with bronchogenic carcinoma // *Chest*. 1971. № 59 (4). P. 383–391.
- Mittman C. Assessment of operative risk in thoracic surgery // *Am. Rev. Respir. Dis.* 1961. № 84. P. 197–207.
- Nagasaki F., Flehinger B. J., Martini N. Complications of Surgery in the treatment of carcinoma of the lung // *Chest*. 1982. № 82 (1). P. 25–29.
- Pate P., Tenholder M. F., Griffin J. P. et al. Preoperative assessment of the high risk patients for lung resection // *Ann. Thorac. Surg.* 1996. № 61(5). P. 1494–1500.
- Markos J., Mullan B. P., Hillman D. R. et al. Preoperative assessment as a predictor of mortality and morbidity after lung resection // *Am. Rev. Respir. Dis.* 1989. № 139 (4). P. 902–910.
- Wahi R., McMurtrey M. J., DeCaro L. F. et al. Determinations of perioperative morbidity and mortality after pneumonectomy // *Ann. Thorac. Surg.* 1989. № 48 (1). P. 33–37.
- Bolliger C. T., Wyser C., Roser H. et al. Lung scanning and exercise testing for the prediction of postoperative performance in lung resection candidates at increased risk for complications // *Chest*. 1995. № 108 (2). P. 341–348.
- Nakahara K., Ohno K., Hashimoto J. et al. Prediction of postoperative respiratory failure in patients undergoing lung resection for lung cancer // *Ann. Thorac. Surg.* 1988. № 46 (5). P. 549–552.
- Яблонский П. К., Петрунькин А. М., Николаев Г. В. Изменение функциональной способности легких после лобэктомии у больных

- с сопутствующей хронической обструктивной болезнью легких // Вестн. хир. им. И. И. Грекова. 2009. Т. 168, № 3. С. 26–30.
26. Kashiwabara K., Sasaki J., Mori T. et al. Relationship Between Functional Preservation after Segmentectomy and Volume-Reduction Effects after Lobectomy in Stage I Non-small Cell Lung Cancer Patients with Emphysema // *Journal of thoracic oncology*. 2009. № 4 (9). P. 1111–1116.
 27. Ferguson M. K., Lehman A. G., Bolliger C. T. et al. The role of diffusing capacity and exercise tests // *Thorac. Surg. Clin*. 2008. № 18 (1). P. 9–17.
 28. Cander L. Physiologic assessment and management of the preoperative patient with pulmonary emphysema // *Am. J. Cardiol*. 1963. № 12. P. 324–326.
 29. Ferguson M. K., Little L., Rizzo L. et al. Diffusing capacity predicts morbidity and mortality after pulmonary resection // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg*. 1988. № 96 (6). P. 894–900.
 30. Markos J., Mullan B. P., Hillman D. R. et al. Preoperative assessment as a predictor of mortality and morbidity after lung resection // *Respir. Dis*. 1989. № 139 (4). P. 902–910.
 31. Ferguson M. K., Reeder L. B., Mick R. Optimizing selection of patients for major lung resection // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg*. 1995. № 109 (2). P. 275–281.
 32. Berrisford R., Brunelli A., Rocco G. et al. The European Thoracic Surgery Database project modeling the risk of in-hospital death following lung resection // *Eur. J. Cardiothoracic. Surg*. 2005. № 28 (2). P. 306–311.
 33. Valera G., Brunelli A., Rocco G. Predicted versus observed FEV1 in the immediate postoperative period after pulmonary lobectomy // *Eur. J. Cardiothorac. Surg*. 2006. № 30 (4). P. 644–648.
 34. Brunelli A., Refai M., Xiume F. Oxygen desaturation during maximal stair-climbing test and postoperative test after major lung resections // *Eur. J. Cardiothorac. Surg*. 2008. № 33 (1). P. 77–82.
 35. Brunelli A. Algorithm for functional evaluation of lung resection candidates : time for reappraisal? // *Respiration*. 2009. № 78 (1). P. 117–118.
 36. Herdy A. H., Ritt L. E. F., Stein R. Cardiopulmonary Exercise Test : Background, Applicability and Interpretation // *Arq. Bras. Cardiol*. 2016. № 107 (5). P. 467–548.
 37. Kubori Y., Matsuki R., Hotta A. Association between Pulmonary Function and Stair-Climbing Test Results after Lung Resection : A Pilot Study // *Can. Respir. J*. 2018. Vol. 2018. Article ID: 1925028.
 38. Messaggi-Sartor M., Marco E., Martínez-Téllez E. Combined aerobic exercise and high-intensity respiratory muscle training in patients surgically treated for non-small cell lung cancer : a pilot randomized clinical trial // *Eur. J. Phys. Rehabil. Med*. 2019. Vol. 55, № 1. P. 113–122. Doi: 10.23736/S1973-9087.18.05156-0.
 39. Kallianos A., Rapti A., Tsimpoukis S. Cardiopulmonary exercise testing (CPET) as preoperative test before lung resection // *In Vivo*. 2014. № 28 (6). P. 1013–1020.
 40. Sawabata N., Nagayasu T., Kadota Y. Risk assessment of lung resection for lung cancer according to pulmonary function : republication of systematic review and proposals by guideline committee of the Japanese association for chest surgery 2014 // *Gen. Thorac. Cardiovasc. Surg*. 2015. № 63 (1). P. 14–21.
 41. Weisman I. M. Cardiopulmonary exercise testing in the preoperative assessment for lung resection surgery // *Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg*. 2001. № 13 (2). P. 116–125.
 42. Brunelli A., Belardinelli R., Refai M. Peak oxygen consumption during cardiopulmonary exercise test improves risk stratification in candidates to major lung resection // *Chest*. 2009. № 135 (5). P. 1260–1267.
 43. Salati M., Brunelli A. Risk Stratification in Lung Resection // *Curr. Surg. Rep*. 2016. № 4 (11). P. 37.
 44. Holvoet T., Meerbeeck J. P. van, Wiele C. van de. Quantitative Perfusion Scintigraphy or Anatomic Segment Method in lung cancer resection // *Lung. Cancer*. 2011. № 74 (2). P. 212–218.
 45. Ueda K., Murakami J., Sano F. Similar radiopathological features, but different postoperative recurrence rates, between Stage I lung cancers arising in emphysematous lungs and those arising in nonemphysematous lungs // *Eur J Cardiothorac Surg*. 2015. № 47 (5). P. 905–911.
 46. Thoracoscore / SFAR.org. URL: <https://sfar.org/scores2/thoracoscore2.php#haut> (дата обращения: 30.10.2018).
 47. Bolliger C. T. Functional reserve before lung resection : how low can we go? // *Respiration*. 2009. № 78 (1). P. 20–22.
 48. Mineo T. C., Schillaci O., Pompeo E. Usefulness of Lung Perfusion Scintigraphy Before Lung Cancer Resection in Patients with Ventilatory Obstruction // *The Annals of Thoracic Surgery*. 2006. № 82 (5). P. 1828–1834.
 49. Win T., Tasker A. D., Groves A. M. Ventilation-Perfusion Scintigraphy to Predict Postoperative Pulmonary Function in Lung Cancer Patients Undergoing Pneumonectomy // *Am. J. of Roentgenology*. 2006. № 187 (5). P. 1260–1265.

REFERENCES

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease / ed. by Rebecca Decker. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, Inc. 2018.
2. Gatti G., Gardu G., Lusa A. M. et al. Predictors of postoperative complications in high-risk octogenarians undergoing cardiac operations. *Ann Thoracic surgery*. 2002;(74):671–677.
3. Fisher B. W., Majumdar S. R., McAlister F. A. Predicting pulmonary complications after nonthoracic surgery a systematic review of blinded studies. *Am J Med*. 2002;(112):219–225.
4. Aokage K., Yoshida J., Hishida T. Limited resection for early-stage non-small cell lung cancer as function-preserving radical surgery: a review. *Jpn J Clin Oncol*. 2017 Jan;47(1):7–11.
5. Yaitskii N. A., Varlamov V. V., Gorbunkov S. D. Rezul'taty khirurgicheskogo lecheniya generalizovannoi emfizemy legkikh. *Vestnik khirurgii im. I. I. Grekova*. 2014;173(2):9–13. (In Russ.).
6. Myasnikova M. N. Emfizema legkikh. *Khirurgicheskie aspekty. Petrozavodsk, Petrozavodskij gosudarstvennyj universitet im. O. V. Kuusinen*. 1975. (In Russ.).
7. Nakagawa M., Tanaka H., Tsukuma H. et al. Relationship between the duration of the preoperative smoke-free period and the incidence of postoperative pulmonary complications after pulmonary surgery. *Chest*. 2001;120(3):705–710.
8. Barrera R., Shi W., Amar D. et al. Smoking and timing of cessation: impact on pulmonary complications after thoracotomy. *Chest*. 2005;127(6):1977–1983.
9. Groote-Bidlingmaier von F. Functional evaluation before lung resection. *Clin Chest Med*. 2011;(32):773–782.
10. Mazzone P. J. Evaluation of the lung cancer resection candidate. *Expert Review Respir Med*. 2010 Feb;4(1):97–113.
11. Akopov A. L., Chernyj S. M. Khirurgicheskoe lechenie raka legkogo u pozhilykh bol'nykh. *Vestnik khirurgii im. I. I. Grekova*. 2005;164(3):112–115. (In Russ.).
12. Armstrong P., Congleton J., Fountain S. W. et al. Guidelines on the selection of patients with lung cancer for surgery. *Thorax*. 2001;(56):89–108.
13. Gaensler E. A. The role of pulmonary insufficiency in mortality and invalidism following surgery for pulmonary tuberculosis. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1995;29(163):337.
14. Burke J. R., Duarte I. G., Miller J. I. et al. Preoperative risk assessment for marginal patients requiring pulmonary resection. *Ann Thoracic Surg*. 2003;76(5):1767–1773.
15. Datta D., Lahiri B. Preoperative evaluation of patients undergoing lung resection surgery. *Chest*. 2003;123(6):250–260.
16. Mountain C. F., McMurtrey M. T., Frazier O. H. Extending resectability for carcinoma of the lung in patients with impaired pulmonary function. *Ann Thorac surg*. 1978;26(3):250–260.
17. Boushy S. F., Billig D. M., North L. B. et al. Clinical course related to preoperative and postoperative pulmonary function in patients with bronchogenic carcinoma. *Chest*. 1971;59(4):383–391.
18. Mittman C. Assessment of operative risk in thoracic surgery. *Am Rev Respir Dis*. 1961;(84):197–207.
19. Nagasaki F., Flehinger B. J., Martini N. Complications of Surgery in the treatment of carcinoma of the lung. *Chest*. 1982;82(1):25–29.
20. Pate P., Tenholder M. F., Griffin J. P. et al. Preoperative assessment of the high risk patients for lung resection. *Ann Thorac Surg*. 1996;61(5):1494–1500.
21. Markos J., Mullan B. P., Hillman D. R. et al. Preoperative assessment as a predictor of mortality and morbidity after lung resection. *Am Rev Respir Dis*. 1989;139(4):902–910.
22. Wahi R., McMurtey M. J., DeCaro L. F. et al. Determinations of perioperative morbidity and mortality after pneumonectomy. *Ann Thorac Surg*. 1989;48(1):33–37.
23. Bolliger C. T., Wyser C., Roser H. et al. Lung scanning and exercise testing for the prediction of postoperative performance in lung resection candidates at increased risk for complications. *Chest*. 1995;108(2):341–348.

24. Nakahara K., Ohno K., Hashimoto J. et al. Prediction of postoperative respiratory failure in patients undergoing lung resection for lung cancer. *Ann Thorac Surg.* 1988;46(5):549–552.
25. Yablonskii P. K., Petrun'kin A. M., Nikolaev G. V. Izmenenie funktsional'noi sposobnosti legkikh posle lobektomii u bol'nykh s soputstvuyushchei khronicheskoi obstruktivnoi boleznyu legkikh. *Vestnik khirurgii im. I. I. Grekova.* 2009;168(3):26–30. (In Russ.).
26. Kashiwabara K., Sasaki J., Mori T. et al. Relationship Between Functional Preservation after Segmentectomy and Volume-Reduction Effects after Lobectomy in Stage I Non-small Cell Lung Cancer Patients with Emphysema. *Journal of thoracic oncology.* 2009;4(9):1111–1116.
27. Ferguson M. K., Lehman A. G., Bolliger C. T. et al. The role of diffusing capacity and exercise tests. *Thorac Surg Clin.* 2008;18(1):9–17.
28. Cander L. Physiologic assessment and management of the preoperative patient with pulmonary emphysema. *Am J Cardiol.* 1963;(12):324–326.
29. Ferguson M. K., Little L., Rizzo L. et al. Diffusing capacity predicts morbidity and mortality after pulmonary resection. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1988;96(6):894–900.
30. Markos J., Mullan B. P., Hillman D. R. et al. Preoperative assessment as a predictor of mortality and morbidity after lung resection. *Respir Dis.* 1989;139(4):902–910.
31. Ferguson M. K., Reeder L. B., Mick R. Optimizing selection of patients for major lung resection. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1995;109(2):275–281.
32. Berrisford R., Brunelli A., Rocco G. et al. The European Thoracic Surgery Database project modeling the risk of in-hospital death following lung resection. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2005;28(2):306–311.
33. Valera G., Brunelli A., Rocco G. Predicted versus observed FEV1 in the immediate postoperative period after pulmonary lobectomy. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2006;30(4):644–648.
34. Brunelli A., Refai M., Xiume F. Oxygen desaturation during maximal stair-climbing test and postoperative test after major lung resections. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2008;33(1):77–82.
35. Brunelli A. Algorithm for functional evaluation of lung resection candidates: time for reappraisal? *Respiration.* 2009;78(1):117–118.
36. Herdy A. H., Ritt L. E. F., Stein R. Cardiopulmonary Exercise Test: Background, Applicability and Interpretation. *Arq Bras Cardiol.* 2016;107(5):467–548.
37. Kubori Y., Matsuki R., Hotta A. Association between Pulmonary Function and Stair-Climbing Test Results after Lung Resection: A Pilot Study. *Can Respir J.* 2018 Sep 9;2018:1925028.
38. Messaggi-Sartor M., Marco E., Martínez-Télez E. Combined aerobic exercise and high-intensity respiratory muscle training in patients surgically treated for non-small cell lung cancer: a pilot randomized clinical trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2019;55(1):113–122. Doi: 10.23736/S1973-9087.18.05156-0.
39. Kallianos A., Rapti A., Tsimpoukis S. Cardiopulmonary exercise testing (CPET) as preoperative test before lung resection. *In Vivo.* 2014 Nov-Dec;28(6):1013–1020.
40. Sawabata N., Nagayasu T., Kadota Y. Risk assessment of lung resection for lung cancer according to pulmonary function: republication of systematic review and proposals by guideline committee of the Japanese association for chest surgery 2014. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2015 Jan;63(1):14–21.
41. Weisman I. M. Cardiopulmonary exercise testing in the preoperative assessment for lung resection surgery. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2001 Apr;13(2):116–125.
42. Brunelli A., Belardinelli R., Refai M. Peak oxygen consumption during cardiopulmonary exercise test improves risk stratification in candidates to major lung resection. *Chest.* 2009 May;135(5):1260–1267.
43. Salati M., Brunelli A. Risk Stratification in Lung Resection. *Curr Surg Rep.* 2016;4(11):37.
44. Holvoet T., Meerbeeck J. P. van, Wiele C. van de. Quantitative Perfusion Scintigraphy or Anatomic Segment Method in lung cancer resection. *Lung Cancer.* 2011 Nov;74(2):212–218.
45. Ueda K., Murakami J., Sano F. Similar radiopathological features, but different postoperative recurrence rates, between Stage I lung cancers arising in emphysematous lungs and those arising in nonemphysematous lungs. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2015 May;47(5):905–911.
46. Thoracoscore / SFAR.org. Available at: <https://sfar.org/scores2/thoracoscore2.php#haut> (accessed: 30.10.2018).
47. Bolliger C. T. Functional reserve before lung resection: how low can we go? *Respiration.* 2009;78(1):20–22.
48. Mineo T. C., Schillaci O., Pompeo E. Usefulness of Lung Perfusion Scintigraphy Before Lung Cancer Resection in Patients with Ventilatory Obstruction. *The Annals of Thoracic Surgery.* 2006 Nov;82(5):1828–1834.
49. Win T., Tasker A. D., Groves A. M. Ventilation-Perfusion Scintigraphy to Predict Postoperative Pulmonary Function in Lung Cancer Patients Undergoing Pneumonectomy. *American Journal of Roentgenology.* 2006 Nov;187(5):1260–1265.

Сведения об авторах:

Акопов Андрей Леонидович (e-mail: akorovand@mail.ru), профессор, зав. отделом торакальной хирургии НИИ хирургии и неотложной медицины; Горбунков Станислав Дмитриевич (e-mail: sdogorbunkov@mail.ru), канд. мед. наук, старший научный сотрудник отдела торакальной хирургии НИИ хирургии и неотложной медицины; Романихин Аркадий Игоревич (e-mail: romanihin.arkadiy@mail.ru), аспирант кафедры госпитальной хирургии № 1; Ковалев Михаил Генрихович (e-mail: kov_mg@mail.ru), канд. мед. наук, доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии; Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8.