

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

На правах рукописи

МИШРА

Радеж Прадипович

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФУНКЦИИ ДЫХАНИЯ ПОСЛЕ
АНАТОМИЧЕСКИХ РЕЗЕКЦИЙ ЛЁГКИХ**

3.1.9. Хирургия

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
профессор, доктор медицинских наук
Акопов Андрей Леонидович

Санкт-Петербург

2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. Обзор литературы.....	10
1.1 Прогнозирование послеоперационной функции лёгких.....	14
1.2 Факторы, определяющие послеоперационную функцию лёгких.....	17
1.3 Прогнозирование негерметичности легочной паренхимы после лобэктомий.....	22
1.4 Интраоперационное расширение (конверсия) доступа от торакоскопии к торакотомии при анатомических резекциях лёгкого.....	26
Глава 2. Материалы и методы.....	30
2.1 Характеристика больных в блоке исследования посвящённого конверсии хирургического доступа (видеоассистированный/торакотомия).....	32
2.2 Характеристика больных в блоке исследования посвящённого длительной негерметичности лёгочной паренхимы.....	34
2.3 Характеристика больных в блоке исследования посвящённого изучению возможности прогнозирования послеоперационных параметров лабораторного и нелабораторного тестирования функции дыхания с использованием формулы Brunelli et al.....	36
Глава 3. Интраоперационное расширение (конверсия) доступа от торакоскопии к торакотомии при анатомических резекциях лёгкого.....	38
Глава 4. Прогнозирование негерметичности легочной паренхимы после лобэктомий.....	46
Глава 5. Прогнозирование послеоперационной функции лёгких.....	57
5.1 Дооперационная оценка и прогнозирование результатов.....	57
5.2 Сопоставление результатов до и после оперативного лечения включая прогнозируемые результаты.....	63
5.2.1 Сравнение результатов до и после оперативного лечения включая прогнозируемые результаты у пациентов после лоб- и пневмонэктомий.....	63

5.2.2 Сравнение результатов до и после оперативного лечения включая прогнозируемые результаты у пациентов после лобэктомий с сопутствующей ХОБЛ.....	73
5.2.3. Сравнение результатов до и после оперативного лечения включая прогнозируемые результаты у пациентов с длительной негерметичностью лёгких.....	79
5.2.4. Сравнение результатов до и после оперативного лечения включая прогнозируемые результаты у пациентов с торакоскопическим и традиционным торакотомическим доступом.....	82
Заключение.....	87
Выводы.....	91
Список литературы.....	93

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

При планировании резекции легких термин «операбельность» подразумевает максимальное сохранение функции респираторной системы после завершения операции для продолжения жизни организма без серьезных ограничений (Colice G.L. et al., 2007, Ueda K. et al., 2010, Brunelli A. et al., 2018).

Каждая радикальная операция на органах грудной полости всегда сопровождается нарушением функции внешнего дыхания. Выраженность этих расстройств, прежде всего, зависит от исходного функционального состояния удаляемой части и состоятельности остающихся отделов лёгких, от объема вынужденного повреждения грудной стенки и соседних анатомических структур, особенно при комбинированных резекциях (Aokage K. et al., 2017, Patino D. et al., 2019).

Непосредственно на функцию внешнего дыхания в ближайшем послеоперационном периоде оказывают влияние особенности самой операции, объем и длительность хирургической травмы: непреднамеренное повреждения возвратных и диафрагмальных нервов, травма дыхательной мускулатуры, нарушения каркасности грудной стенки, болевая импульсация из области послеоперационной раны, явления обструкции дыхательных путей (отёк голосовых складок, слизистых оболочек верхних дыхательных путей после интубации трахеи, нарушение мукоцилиарного клиренса и закупорка бронхов мокротой, явления бронхоспазма, как результат острого или обострения хронического воспаления) (Brunelli A. et al., 2007, Attaar A. et al., 2019, Добнер С.Ю. с соавт., 2020). Неизбежно развиваются вентиляционно-перфузионные нарушения, отражающиеся на газообменной функции легких, которые могут усугубляться сокращением дыхательной поверхности лёгких вследствие гиповентиляции (неполном расправлении зависимого легкого, частичном или полном ателектазировании легочной паренхимы, причиной которого, помимо обтурации мокротой, может быть гиперэкссудация плевральной жидкости, гемоторакс, хилоторакс или парез желудочно-кишечного тракта). Респираторные

нарушения могут являться следствием острой сердечно-сосудистой недостаточности, диффузионных нарушений, связанных с наличием постгеморрагической анемии (Okada M. et al., 2006, Nagamatsu Y. et al., 2007, Perentes J. et al., 2012, Тонеев Е.А. и соавт., 2020). Многие из этих факторов теряют свою актуальность в более отдаленные сроки после операции, но могут отражаться на ремоделировании функции дыхательной помпы и диффузионной способности легких. Большинство этих отягчающих факторов никак не учитываются в существующих современных критериях переносимости операций.

Формирующиеся выраженные нарушения функции респираторной системы нередко становятся основной причиной неблагоприятного исхода хирургического лечения даже при полноценном предоперационном функциональном обследовании (Granone P. et al., 2002, Яблонский П.К. и соавт. 2009, Rapicetta C. et al., 2011). Прогнозировать состояние внешнего дыхания в послеоперационном периоде достаточно сложно, отрицательные последствия хирургической травмы и общей анестезии нивелируются, обычно, только через 6-12 месяцев после оперативного вмешательства.

Цель исследования

Разработка критериев прогноза функционального исхода анатомических резекций
легких

Задачи исследования

1. Изучить причины интраоперационной конверсии доступа, влияние хирургического доступа (торакотомия, торакоскопия) на степень нарушения основных функциональных параметров в послеоперационном периоде.
2. Определить возможность прогнозирования длительной негерметичности легочной паренхимы после лобэктомий и влияние этого осложнения на функцию внешнего дыхания в отдаленные сроки после операции.

3. Исследовать основные показатели функции внешнего дыхания и кардиореспираторного тестирования в предоперационном периоде и через 6-12 месяцев после анатомических резекций легких.

4. Оценить точность прогнозирования степени послеоперационных изменения параметров функции внешнего дыхания и кардиореспираторного тестирования по формуле Brunelli.

5. Определить влияние сопутствующей хронической обструктивной болезни легких на точность прогнозирования функциональных параметров.

Научная новизна

Изучены основные параметры функции внешнего дыхания, включающие результаты лабораторного и нелабораторного кардиореспираторного нагрузочного тестирования, у больных, перенесших лобэктомию и пневмонэктомию через 6-12 месяцев после операции. Показано, что чем более выражена тяжесть течения сопутствующей хронической обструктивной болезнью легких, тем менее значима степень снижения функции внешнего дыхания. Формула Brunelli с высокой степенью точности позволяет прогнозировать изменение основных параметров функции внешнего дыхания после лобэктомии у больных без хронической обструктивной болезни легких и неприменима у пациентов после пневмонэктомии. Хирургический доступ (торакотомия или торакоскопия) при выполнении лобэктомии не оказывает влияния на степень изменения функции внешнего дыхания в отдаленном послеоперационном периоде, также как и длительность негерметичности легкого. Сочетание низкого уровня ОФВ₁ и ДЛСО с большой длительностью прохождения лестничного теста свидетельствуют о высоком риске длительной негерметичности паренхимы легкого после лобэктомии.

Теоретическая и практическая значимость

Предложен и внедрен в практику комплекс мер по прогнозированию длительной негерметичности лёгкого на основании предоперационной оценки

объёма форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ1) и диффузионной способности лёгких по монооксиду углерода (DLCO) в работе онкологического отделения №4 (торакальной хирургии) НИИ хирургии и неотложной медицины ФГБОУ ВО ПСПБГМУ им. И.П. Павлова.

Методология и методы исследования

Методологическая база данного диссертационного исследования основывается на принципах надлежащей клинической практики применительно к торакальной хирургии. Для получения необходимой научной информации применяли основные клинические, лабораторные, инструментальные, а также общенаучные методы, выполняли анализ и сопоставление полученных результатов. Теоретическая часть основана на работах зарубежных и отечественных авторов, посвященных вопросам оценки функционального статуса больных в торакальной хирургии. Для достижения поставленной цели и решения задач настоящего исследования проведён ретро- и проспективный анализ историй болезни 182 пациентов, перенесших лобэктомию или пневмонэктомию за период с 2018 по 2021 годы. Из них 87 пациентам проведена оценка предоперационного и послеоперационного (через 6-12 месяцев) функционального статуса (проспективная часть); 71 пациенту, перенесшему лобэктомию, оценен риск длительной негерметичности лёгочной паренхимы после операции (ретроспективная часть); 16 из 106 пациентов, у которых операция начата видеоассистированным доступом, потребовалась конверсия доступа в традиционную торакотомию - проведено сравнение течения послеоперационного периода у больных с конверсией и без (ретроспективная часть).

При проведении данного исследования соблюдались требования Национального стандарта Российской Федерации «Надлежащая клиническая практика» ГОСТ Р 52379-2005, использовали современные методы обработки информации и статистического анализа с применением параметрических и непараметрических критериев. Вычисления выполняли с использованием

персональной электронно-вычислительной машины и стандартных пакетов прикладного статистического анализа (Statistica for Windows v9.0).

Положения выносимые на защиту

1. Точность прогнозирования значений параметров функции внешнего дыхания зависит от объема резекции легкого и от степени тяжести течения хронической обструктивной болезни легких.

2. Выбор доступа при проведении лобэктомии (торакотомия или торакоскопия) не влияет на уровень параметров внешнего дыхания и кардиореспираторного тестирования; конверсия доступа с торакоскопии на торакотомию не сказывается на степени изменений параметров ФВД в отдаленные сроки после операции.

3. Сочетание низкого уровня ОФВ₁, низкого уровня DLCO и большая длительность прохождения лестничного теста позволяет предсказать риск длительной негерметичности легкого как значимый; длительная негерметичность легкого после лобэктомии не влияет на изменение основных параметров ФВД.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждается достаточным количеством наблюдений, а также использованием современных методов обработки информации и статистического анализа.

Основные положения диссертации изложены на XVII ежегодной научно-практической конференции Северо-Западного федерального округа «Актуальные вопросы торакальной хирургии, онкологии и бронхологии» (Санкт-Петербург, 16 апреля 2021 года); IV съезде анестезиологов и реаниматологов Северо-Запада (Санкт-Петербург, 3-5 декабря 2021 года) блок «Современные проблемы в анестезиологии и интенсивной терапии онкологических пациентов»; на XI Образовательном симпозиуме по торакальной хирургии имени академика М.И. Перельмана (Казань, 3-5 марта 2022 года); на 30 конгрессе Всемирного общества сердечно-сосудистых и торакальных хирургов, XI Международном конгрессе

«Актуальные направления современной кардио-торакальной хирургии» (Санкт-Петербург, 15-18 сентября 2022 года).

Публикации

По теме диссертационного исследования опубликовано 3 научные работы, рецензируемые в журналах, входящие в перечень рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки Российской Федерации для публикации результатов диссертации.

Апробация диссертационной работы проведена на заседании проблемной комиссии по хирургии ФГБОУ ВО «СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова» Минздрава РФ.

Личный вклад автора

Автором разработан план исследования, проведён ретро и проспективный анализ историй болезни 182 пациентов, в результате чего сформирована компьютерная база, объединившая все данные о пациентах, включающая проведенный автором анализ предоперационной и послеоперационной оценки кардиореспираторного статуса исследуемых. Автор участвовал в курации большей части пациентов, включенных в исследование, принимал непосредственное участие в оперативных вмешательствах. Провёл всю статистическую обработку и анализ полученных данных. Автором подготовлены публикации по результатам проведенного диссертационного исследования.

Структура и объём диссертации

Диссертация изложена на 106 страницах печатного текста, содержит 22 таблицы и 26 диаграмм.

Работа состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов, 5 глав, отражающих результаты исследования, обсуждение результатов, выводов, списка литературы, включающего 107 источников, из них 16 отечественных и 91 иностранных.

Глава 1

Обзор литературы

Сохранение газообменной функции респираторной паренхимы, остающейся после резекции легкого, является одним из определяющих факторов как непосредственного результата операции, так и послеоперационного качества жизни пациентов (Ali M.K. et al., 1980, Nakahara K. et al., 1988, Colice G.L. et al., 2007, Brunelli A. et al., 2018). В практике каждого торакального хирурга имеют место наблюдения, когда успешная операция позволяла излечить или достичь длительной ремиссии заболевания, явившегося показанием к операции, но возникавшее после нее ограничение функции внешнего дыхания существенным образом сказывалось на течении раннего послеоперационного периода и качестве жизни в дальнейшем; поэтому углубленная оценка резервов респираторной системы является обязательной у больных, подвергающихся операциям на легких (Nakahara K. et al., 1988). Разработано целое научное направление, касающееся оценки “непосредственной” функциональной переносимости резекций легких; при этом исключительно мало исследований, оценивающих изменение дыхательной функции в отдаленные сроки после операции. Предметом представленного обзора литературы является аналитическое обсуждение существующих взглядов на сопоставление расчетных и фактических функциональных последствий анатомических резекций легких в отдаленном послеоперационном периоде.

Состоятельность функции внешнего дыхания определяется газообменом между окружающей средой и организмом, в котором интегральное взаимодействие с системой кровообращения должно обеспечивать эффективный транспорт газов внутри организма в соответствии с потребностями тканевого дыхания (Brunelli A. et al., 2007). Вот почему определение функциональной операбельности и реабилитации физиологической целостности дыхательной системы после резекции легких придается столь большое значение (Bolliger C.T. et al., 1996, Brunelli A. et al., 2007, Oswald N. et al., 2019).

Принято считать, что лёгкое взрослого человека, после его резекции, не обладает способностью воспроизводить новые альвеолы, то есть, теоретически, послеоперационная функция внешнего дыхания зависит от объема этой резекции с учетом исходных параметров (Funakoshi Y. et al., 2005). Однако на функцию оставшейся паренхимы могут влиять и различные другие факторы, такие как зона и объем резекции (верхняя или нижняя лобэктомия, пневмонэктомия), степень выраженности эмфиземы, хирургический доступ (открытый или видеоассистированный), степень травматизации структур средостения, нервов, диафрагмы, легочной ткани, костно-мышечного каркаса грудной стенки, проведение в предоперационном периоде специальной противоопухолевой терапии, конституциональные особенности пациента, выраженность междолевой щели и др. (Pelletier C. et al., 1990, Nagamatsu Y. et al., 2007, Акопов А. и соавт., 2019). В ряде случаев интраоперационная ситуация диктует необходимость вносить коррективы в ход и объем оперативного вмешательства. Анатомические особенности, например отсутствие междолевой щели, могут повлиять на характер операции. Риск нерадикальности и невозможности надежной обработки долевых сосудов или бронхов в связи с близостью опухоли также могут вынуждать некоторых хирургов прибегнуть к увеличению объёма резекции (Khargi K. et al., 1994, Okada M. et al., 2006, Nomori H. et al., 2018, Bertolaccini L. et al., 2018). Наличие или отсутствие интра- и послеоперационных осложнений, степень выраженности болевого синдрома, фактор курения в послеоперационном периоде, проведение послеоперационной противоопухолевой терапии также может сказаться на функциональном состоянии остающейся после резекции легочной ткани (Granone P. et al., 2002, Sekine Y. et al., 2003, Perentes J. et al., 2012). Кроме того, послеоперационная функция лёгких изменяется в зависимости от времени, прошедшего после операции.

Через 6-12 месяцев обычно нивелируются отрицательные последствия хирургической травмы и общей анестезии – повреждение тканей грудной стенки и легочной паренхимы, операционный стресс, кровопотеря, непосредственно не связанные с воздействием на ткань легкого рефлекторные влияния, проведение

искусственной вентиляции легких, выраженность болевого синдрома и др. На восстановление функции внешнего дыхания может оказать влияние и формирующийся после резекции спаечный процесс, степень выраженности которого предсказать практически невозможно. Нет сомнений и в том, что возраст, в первую очередь биологический, а также сопутствующая патология, определяют компенсаторные возможности организма в послеоперационном периоде (Funakoshi Y. et al., 2005, Акопов А. и соавт., 2005, Ueda K. et al., 2011, Sengul A.T. et al., 2013).

Все это оказывает влияние на сложность прогнозирования и объясняет возможное значительное расхождение между предполагаемой и реальной послеоперационной функцией внешнего дыхания в каждом отдельном случае. Торакальные хирурги, работающие в разных центрах, используют разный спектр методов оценки функциональной состоятельности остающейся после операции лёгочной паренхимы: от относительно простых - методы расчета предсказанных послеоперационных значений по формулам Kristersson/Olsen (Kristersson S. et al., 1972), Juhl/Frost (Juhl B. et al., 1975), подразумевающим учет 19 (анатомических) сегментов легких, по формуле Nakahara K., учитывающей 42 субсегмента обоих легких (Nakahara K. et al., 1988); до более сложных и использованием перфузионной сцинтиграфии, вентиляционной сцинтиграфии, однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (КТ), КТ с определением объема и плотности лёгочной ткани, традиционной КТ с внутривенным контрастным усилением, перфузионной магнитно-резонансной томографии, перфузионной и вентиляционной КТ, визуализации вибрационных колебаний. Для уточнения расчетов предлагается целый ряд других формул и дорогостоящих методов исследований (Bolliger C.T. et al., 2002, Wang J.S. et al., 2006, Sudoh M. et al., 2006, Ueda K. et al., 2009, Yoshimoto K. et al., 2009, Ueda K. et al., 2010, Holvoet T. et al., 2011, Chae E.J. et al., 2013), однако анализ предполагаемой точности большинства из них до сих пор не проводился.

Общая анестезия при торакальных вмешательствах требует тотальной релаксации мышц, но, поддерживая безопасность искусственной вентиляции

легких, миоплегия в сочетании с прямым эффектом хирургической травмы неизбежно приводит к, хотя и временной, дисфункции дыхательной мускулатуры. Эти факторы, а также действие самих общих анестетиков, вызывающих транзиторное нарушение центральной регуляции дыхания, способствуют уменьшению функционирующего объема легких за счет коллапса дыхательных путей малого калибра и развитие микроателектазов, особенно у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) (Jubran A. et al., 1998, Korst R.J. et al., 1998, Sekine Y. et al., 2003, Яблонский П.К. и соавт., 2009, Rapicetta C. et al., 2011). И нет однозначного ответа – как это влияет на процесс отдаленного функционального восстановления легких.

Эти изменения являются одной из основных причин послеоперационной гипоксемии и сохраняются в течение нескольких дней после операции. Послеоперационная функция лёгких нарушается и из-за снижения комплаентности грудной стенки, вызванной ее повреждением. Поэтому в раннем послеоперационном периоде вентиляционная способность легких почти всегда оказывается ниже прогнозируемых значений (Kaseda S. et al., 2000, Nakata M. et al., 2000, Endoh H. et al., 2010). С улучшением подвижности грудной стенки вентиляционная способность улучшается. Через 3 месяца после лобэктомии показатели функции внешнего дыхания зачастую улучшаются (Harada H et al., 2005, Oada M. et al., 2006, Brunelli A. et al., 2012) и продолжают повышаться в течение еще нескольких месяцев (Funakoshi Y. et al., 2005, Nagamatsu Y. et al., 2007, Ueda K. et al., 2007). После пневмонэктомии, наоборот, не обнаружено восстановления спирометрических показателей в период между 3 и 6 месяцами (Sietske A. at al. 2004). Возможно, в случаях пневмонэктомии роль травмы грудной стенки функционально не так значима по сравнению с фактом удаления целого легкого. По данным других авторов, частичное восстановление функции внешнего дыхания после пневмонэктомии происходит относительно медленно, в течение нескольких лет (Zeiber B.G. et al., 1995). Интересно, что после трансплантации легких восстановление их вентиляционной способности продолжается в течение 6 - 9 месяцев после операции (Tamm M. et al., 1994).

1.1 Прогнозирование послеоперационной функции лёгких

Формула Brunelli А., основанная на подсчете количества функционирующих сегментов, которые будут резецированы, и количества всех функционирующих сегментов, является наиболее часто применяемой в прогнозировании послеоперационной функции лёгких (Brunelli А. et al., 2009). Идея этой формулы основана на равном вкладе каждого функционирующего сегмента в газообменную функцию легких. Следует, однако, учесть, что ни одна из предложенных ранее формул, включая последнюю, корректно не учитывает наличие центральной опухоли, частично обтурирующей просвет сегментарного/ долевого/главного бронха (когда тотального ателектаза сегмента нет, но есть гиповентиляция, частичный ателектаз), а также случаи опухолевого стенозирования крупных сосудов легких. У пациентов с гетерогенными заболеваниями легких для оценки функционального вклада пораженного участка легкого, который будет резецирован, используется перфузионная сцинтиграфия. Максимально эффективный газообмен подразумевает перфузию альвеол, соответствующую их вентиляции; поэтому перфузионная сцинтиграфия, интегрированная с КТ, должна способствовать более корректному прогнозированию послеоперационной функции лёгких (Sudoh M. et al., 2006). Разработаны и другие лучевые методы, которые могут быть использованы для оценки регионарной функции легких, например, использование количественной КТ (Bolliger С.Т. at al., 2002, Ueda K et al., 2009, Holvoet Т. et al., 2011), перфузионной магнитно-резонансной томографии или двухэнергетической КТ (Chae E.J. et al., 2013). Но эти методы рекомендуется использовать большей частью у пациентов с ограниченным функциональным резервом, поскольку они недешевые и не являются более точными по сравнению со стандартными подходами при относительно здоровых легких.

Идея, состоящая в том, что степень потери легочной функции после лобэктомии пропорциональна объему резекции, не соответствует результатам, полученным в большинстве исследований. При сравнении двух классических

формул для определения прогнозируемого уровня объема форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁) – формулы Kristersson/Olsen (Kristersson S. et al., 1972) и формулы Juhl/Frost (Juhl B. et al., 1975), формула Kristersson/Olsen оказалась более точной в прогнозировании результатов спирометрии в послеоперационном периоде. Получаемые по формуле Juhl/Frost результаты, в среднем, занижали на 300 мл предполагаемые данные в сравнении с реальными в отдаленные сроки после пневмонэктомии (Zeiber B.G. et al., 1995). Послеоперационный уровень ОФВ₁ в отдаленные сроки был на 250 мл выше значений, предсказанных при помощи стандартной методики подсчета сегментов и объема резекции после лобэктомии; у больных, перенесших пневмонэктомию, различия в величине этого показателя составляли порядка 500 мл (Zeiber B.G. et al., 1995).

Необходимо учитывать, что показатель ОФВ₁ в большей мере характеризует бронхиальную проходимость, но не газообменную функцию легких в целом и, тем более, кардиореспираторные резервы. Широко используемые 6-ти минутный тест и лестничная проба (SCt) могут являться альтернативой лабораторного кардиореспираторного нагрузочного тестирования на велоэргометре, учитывая возможность выполнения тестов где угодно и любым заинтересованным специалистом (Sekine Y. et al., 2003, Rapicetta et al., 2011). В 2007 году Cataneo M.V. и соавт. (Cataneo M.V. et al., 2007) на материале 40 больных показали, что по сравнению с VO_{2max} , измеренным методом эргоспирометрии, SCt и 6-ти минутный тест характеризуются высокой точностью, причем прогнозируемые значения хорошо соответствовали реальным послеоперационным данным спустя 3 месяца после оперативного вмешательства. Даже несмотря на снижение послеоперационной ОФВ₁, дистанция при прохождении 6-ти минутного теста, а также высота подъема при выполнении SCt, были сопоставимы до и после операции. Другие авторы также рекомендуют эти тесты для оценки риска послеоперационной заболеваемости и смертности, но не связывают его результат с прогнозированием послеоперационной функции легких (Zeiber B.G. et al., 1995).

В таблице №1 показано процентное изменение послеоперационной легочной функции по отношению к предоперационным величинам по результатам наиболее крупных исследований.

Таблица 1. Процентная разница показателей функции лёгких после лобэктомии в отдалённом периоде (6-12 месяцев) по сравнению с дооперационными значениями.

Авторы	Bolliger C.T. (Bolliger C.T. et al., 1996)	Wang J.S. (Wang J.S. et al., 2006)	Nagamatsu Y. (Nagamatsu Y. et al., 2007)	Brunelli A. (Brunelli A. et al., 2007)	Funakoshi Y. (Funakoshi Y. et al., 2005)
Месяцы после операции	6	12	12	3	12
Количество пациентов	50	19	18	180	80
Жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ)	-7,3	- 14,0	-17,3	Не рассчитыва лось	-18,9
Объём форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ ₁)	-8,8	- 10,6	-17,6	-16	-17,6
Диффузионная способность лёгких (DLCO)	-4,0 ^a	- 3,6	-5,0	-11,5	Не рассчитывалось

Максимальное потребление кислорода ($VO_{2\max}$)	-1,0 ^a	- 11,8	0 ^a	-3,0	Не рассчитывалось
---	-------------------	-----------	----------------	------	-------------------

^a Нет статистически значимой разницы по сравнению с дооперационными значениями

Уровень $ОФВ_1$ после лобэктомии оказался на 8,8–17,6% ниже предоперационных значений (Bolliger C.T. et al., 1996, Funakoshi Y. et al., 2005, Wang J.S. et al., 2006, Nagamatsu Y. et al., 2007, Brunelli A. et al., 2007), хотя лобэктомия соответствовала резекции, в среднем, около 20 % от всей легочной паренхимы. При этом, несмотря на существенное снижение уровня $ОФВ_1$, диффузионная способность легких (DLCO) и максимальное потребление кислорода ($VO_{2\max}$) после лобэктомии снижались лишь незначительно (Funakoshi Y. et al., 2005, Brunelli A. et al., 2007). По данным других авторов толерантность к физической нагрузке, измеренная методом велоэргометрии, не снижалась после лобэктомии (Sengul A.T. et al., 2013). Можно сделать вывод, что несмотря на некоторую противоречивость в результатах разных исследований, оценка послеоперационной функции лёгких путем анализа только уровня $ОФВ_1$ преувеличивает степень функциональных потерь.

1.2 Факторы, определяющие послеоперационную функцию лёгких

Объем резекции (пневмонэктомия / лобэктомия / сегментэктомия)

Большинство результатов исследований свидетельствуют о том, что после лобэктомии такие функциональные показатели, как ФЖЕЛ, $ОФВ_1$, DLCO, $VO_{2\max}$ снижаются в меньшей степени, чем после пневмонэктомии (Sengul A.T. et al., 2013), а после сегментэктомии показатели функции внешнего дыхания (ЖЕЛ и $ОФВ_1$) характеризуются большими значениями, чем после лобэктомии (Yoshimoto K. et al., 2009). Однако нет сведений о том, что сегментэктомия способствует большему сохранению послеоперационной DLCO, $VO_{2\max}$ и толерантности к

физической нагрузке при сопоставлении с лобэктомией, при том, что эти показатели не снижаются значительно даже после лобэктомии, как упоминалось ранее. У больных, перенесших сегментэктомию и лобэктомию, послеоперационные значения VO_{2max} , измеренные через 3 месяца после операции, не могут быть предсказаны только по объему резекции (Keenan R.J. et al., 2004). Несмотря на то, что после сегментэктомии несколько сегментов в исходно пораженной доле сохраняются, оставленные сегменты деформируются и в течение послеоперационного периода обычно несколько уменьшаются по сравнению с исходным объемом (Harada H. et al., 2005, Ueda K. et al., 2010). Анализ литературы не позволяет сделать однозначный вывод о том, что сегментэктомия обеспечивает существенные функциональные преимущества по сравнению с лобэктомией. В нескольких работах показано, что функциональные преимущества сегментэктомии нивелируются уже через 6 месяцев после операции (Yoshimoto K. et al., 2009, Ueda K. et al., 2010).

Бронхопластика

Принято считать, что функция лёгких после бронхопластической лобэктомии сравнима с таковой после стандартной лобэктомии (Khargi K et al., 1994); поэтому, если бронхопластическая операция онкологически приемлема, это будет способствовать большей сохранности функции дыхания по сравнению с пневмонэктомией. В то же время, стеноз анастомоза после бронхопластической резекции лёгкого, что нередко развивается после операции, зачастую приводит к ухудшению вентиляционной способности остающейся доли (долей) легкого (Perentes J. et al., 2012). Так, частота осложнений со стороны бронхиального анастомоза достигает 21%, а частота стенозов – 9%, причем часть этих осложнений с целью их коррекции определяют необходимость удаления дополнительной легочной паренхимы (Perentes J. et al., 2012).

Предоперационная химио-, химиолучевая терапия

Можно считать доказанным, что предоперационная противоопухолевая терапия способствует дополнительному снижению дыхательной функции из-за токсического воздействия лечения не только на пораженную долю или легкое, но

и на всю паренхиму легких (Granone P. et al., 2002). Многие исследователи показали, что степень потери легочной функции после лобэктомии выше у пациентов, получавших предоперационную противоопухолевую терапию (Granone P. et al., 2002, Perentes J. et al., 2012). Сегодня нет сомнений в том, что такое лечение может сыграть определенную роль и в нарушении восстановления функции остающейся легочной паренхимы после операции. Однако вопрос об уровне восстановления функции легких в отдаленный период после операции по сравнению с больными, не получавшими предоперационное противоопухолевое лечение, остается открытым.

Наличие хронической обструктивной болезни лёгких

Послеоперационная функция лёгких иногда улучшается после лобэктомии за счет эффекта редукции объема у пациентов с тяжелой эмфиземой легких. Снижение бронхиальной обструкции, восстановление функции дыхательных мышц, устранение вентиляции мертвого пространства в вентилируемых, но неперфузируемых областях, улучшение распределения кровотока в легких - все это может способствовать, казалось бы, неожиданному улучшению их газообменной функции (Korst R.G. et al., 1998, Sekine Y. et al., 2003). В целом ряде исследований подчеркивается, что после резекции легких в этих случаях их остаточная функция становится парадоксально выше прогнозируемых значений у части больных с ХОБЛ (Sekine Y. et al., 2003, Яблонский П.К. и соавт., 2009, Rapicetta C. et al., 2011, Акопов А.Л. и соавт., 2019). Однако предсказать такое улучшение практически невозможно.

Область резекции (верхняя / нижняя лобэктомия)

Нет однозначного ответа на вопрос, какой вариант лобэктомии (верхняя или нижняя лобэктомия) в меньшей степени компрометирует функцию внешнего дыхания (Sengul A.T. et al., 2013), поскольку механизмы, лежащие в основе улучшения функции легких после операции, являются многофакторными. При преобладании эмфиземы в верхних долях, вероятно, возможен эффект редукции объёма лёгкого после верхней лобэктомии. В то же время, верхняя лобэктомия может отрицательно повлиять на функцию оставшейся нижней доли в связи с

анатомической дислокацией, которая приводит к сужению или перегибу главного или долевого бронхов (Ueda K. et al., 2011). Ueda K. и др. проводили анатомо-функциональный анализ с использованием количественной КТ и спирометрии у пациентов без выраженной эмфиземы, перенесших верхнюю или нижнюю лобэктомию, и показали, что послеоперационная функция внешнего дыхания и объем функционирующей легочной паренхимы сопоставимы (Ueda K. et al., 2011). По мнению Sengul A. и др., если после удаления верхней доли общее уменьшение объема легких компенсируется, в основном, растяжением оставшейся нижней доли, то после нижней лобэктомии общий объем легких снижается в меньшей степени; происходит это за счет более выраженного компенсаторного смещения средостения и увеличения контрлатерального легкого (Sengul A.T. et al., 2013). В то же время, возможный перегиб бронха, особенно после удаления верхних долей, также не может не сказаться на уровне жизненной емкости легких (Ueda K. et al., 2011).

Хирургический доступ (видеоассистированная резекция / традиционная торакотомия)

Вентиляционная способность легких нарушается в раннем послеоперационном периоде в соответствии со степенью тракции ребер и травмы мышц грудной стенки (торакотомия с пересечением больших мышц > торакотомия с сохранением мышц > видеоассистированный доступ) вследствие изменения механики дыхания (Endoh H. et al., 2011). Можно считать доказанным, что через 3 месяца после операции вентиляционная способность легких редуцируется меньше после лобэктомии с помощью видеоассистированного доступа, чем после «агрессивной» торакотомии (Kaseda S. et al., 2000, Nakata M. et al., 2000). Однако эти различия могут уменьшаться или вовсе исчезать через 6-12 месяцев после резекции (Nakata M. et al., 2000).

Компенсаторный рост объема легких

После любой резекции легкого оставшаяся его паренхима компенсаторно «увеличивается» и заполняет остаточную плевральную полость, что связано как с уменьшением размеров этой полости, так и с растяжением самого легкого. В то

же время в экспериментальных исследованиях показано, что у грызунов послеоперационное увеличение оставшейся части легкого могло быть связано и с так называемым «альвеолярным умножением», т.е. ростом числа функционирующих альвеол, и компенсаторным увеличением объема легких. Hsia C.C. и соавторы (Hsia C.C. et al., 1994) наблюдали компенсаторное увеличение объема легких у взрослых собак после правосторонней пневмонэктомии. Нет убедительных доказательств компенсаторного увеличения легких у людей, поскольку достаточно сложно адекватно сопоставить объем лёгочной ткани до и после операции. Butler J.P. и соавторы с помощью МРТ с использованием гиперполяризованного гелия доказали наличие компенсаторного роста объема легкого у 33-летней женщины (Butler J.P. et al., 2012). Большинство же взрослых пациентов, перенесших анатомическую резекцию легких по поводу рака, вероятнее всего имеют ограниченный потенциал для компенсаторного роста объема легких, а послеоперационное увеличение оставшейся части легкого объясняется простой гиперинфляцией. После пневмонэктомии расширение контрлатерального легкого может даже усиливать дыхательную недостаточность из-за возникающего смещения средостения, которое, в свою очередь, приводит к сужению крупных дыхательных путей и/или легочных сосудов за счет перегиба и сдавления структурами средостения или телами позвонков (Macare van Mauric A.F. et al., 2007), и это явление известно как постпневмонэктомический синдром. Нельзя, однако, исключить, что, постпневмонэктомический синдром, развивающийся в отдаленные сроки после операции, является результатом и компенсаторного роста объема легких. По мнению Hsia C.C. и соавт. (Hsia C.C. et al., 2001), профилактика смещения средостения после пневмонэктомии у собак вызывала ограничение компенсаторного роста объема оставшегося легкого. Дальнейшее изучение этого вопроса может привести к дополнительному совершенствованию предоперационной оценки функциональных результатов анатомических резекций легкого.

Функциональное состояние остающейся после анатомических резекций лёгочной ткани нарушается сразу после, но улучшается в течение первого

послеоперационного года. Качество прогнозирования зависит не только от объема резекции легкого, но и от множества других факторов. Расчет послеоперационного значения $ОФВ_1$ недостаточен для объективизации прогнозируемой характеристики легочной функции (Чушкин М.И. и соавт., 2022). Не менее важен прогноз относительно возможного изменения газообменной функции и толерантности к физической нагрузке после операции. Определенное несоответствие между прогнозируемой и реальной послеоперационной вентиляционной и газообменной функциями легких может быть связано с происходящими непрогнозируемыми изменениями, как анатомии дыхательных путей, так и объема респираторной паренхимы. Возможный потенциал оставшейся части легкого в отношении компенсаторного прироста функционального объема может влиять на сохранение толерантности к физической нагрузке и качество жизни пациентов после перенесенной операции. Учитывая разницу подходов в функциональной оценке пациентов, представляемых разными авторами, а также получение разных данных при использовании одних и тех же методов оценки, требуется доработка существующих критериев и представление более совершенного подхода к прогнозированию уровня основных функциональных критериев, а следовательно, и к определению операбельности кандидатов для анатомических резекций лёгких.

1.3 Прогнозирование негерметичности легочной паренхимы после лобэктомий

Несмотря на внедрение все более щадящей техники хирургического доступа и интраоперационных манипуляций, достижений в анестезиологическом обеспечении, актуальность исследований по прогнозированию осложненного течения послеоперационного периода в торакальной хирургии не ослабевает. Негерметичность легкого и, соответственно, длительное поступление воздуха по дренажам – наиболее частое осложнение, развивающееся после резекционных вмешательств на легких, в первую очередь, после лобэктомий (Пищик В.Г. и соавт. 2016, French D.G. et al., 2018). Сам факт развития такого осложнения может

значимо сказаться на восстановлении дыхательной функции в послеоперационном периоде. К сожалению, работ, оценивающих влияние длительной негерметичности легочной паренхимы на функцию внешнего дыхания в отдаленные сроки после операции, нам встретить не удалось.

В 1998 году Cerfolio R.J. et al. Предложена классификация негерметичности паренхимы легкого:

1 степень – поступление воздуха через плевральные дренажи, возникающее при кашле;

2 степень – поступление воздуха через плевральные дренажи, возникающее на выдохе;

3 степень – поступление воздуха через плевральные дренажи, возникающее на вдохе;

4 степень – поступление воздуха через плевральные дренажи на вдохе и выдохе.

По данным ряда исследований (Порханов В.А. и соавт. 2012, Mueller M.R. et al., 2014, Marzluf V.A. et al., 2014), частота длительной негерметичности лёгочной паренхимы и, как следствие, поступления воздуха по дренажам, встречается в 26-58% случаев после лобэктомий. Большая часть случаев поступления воздуха прекращается самостоятельно в течение нескольких дней после операции, не требует каких-либо манипуляций и не увеличивает продолжительность госпитализации. Не являясь само по себе фатальным, это состояние может провоцировать развитие более тяжелых осложнений, таких как эмпиема плевры, инфекционное обострение ХОБЛ и других, усугубляя и без того непростое состояние больных с сопутствующей патологией (Cerfolio R.J. et al., 2002, Drewbrook C. et al., 2016). Увеличение сроков дренирования плевральной полости и количества проведенных в стационаре суток приводит к моральным и физическим неудобствам для больных, финансовым потерям для лечебного учреждения (Elsayed H. et al., 2012, Pompili C. et al., 2016.). У пациентов с ограниченными респираторными резервами, что связано, в первую очередь, с сопутствующей ХОБЛ и эмфиземой, риск длительного незавершенного аэростаза

может быть выше. В то же время торакальные хирурги сталкиваются с клиническими ситуациями, когда герметичность легочной паренхимы после резекций легких не достигается долго и у больных без эмфизематозного поражения паренхимы. Наиболее актуальна проблема длительной негерметичности паренхимы при раке легкого, как самом частом показании к лобэктомии; чаще это больные пожилого и старческого возраста, сопутствующая патология у них выражена более значимо, чем у больных с другими показаниями к лобэктомиям.

Выявлению факторов риска продленного сброса воздуха посвящен целый ряд исследований (Brunelli A. et al., 2010, Lee L. et al., 2011, Elsayed H. et al., 2012, Rompili C. et al., 2016). Условно факторы риска можно разделить на пред-, интра- и послеоперационные.

Среди рассматриваемых предрасполагающих предоперационных факторов наиболее часто речь идет о пожилом и старческом возрасте, курении, обструкции дыхательных путей, наличии сопутствующего легочного заболевания, иммунодефиците, сахарном диабете, предшествующей операции, неоадьювантной противоопухолевой терапии. Не менее важен нутритивный статус пациента. Исследования Okada S. и Isowa N. показали, что низкая концентрация альбумина в сыворотке крови, как проявление дефицита питания, является предрасполагающим фактором длительной негерметичности лёгочной паренхимы (Isowa N. et. al., 2002, Okada S. et al., 2017). Связано это с ухудшением репарационных способностей тканей на фоне сниженного питания, и, следовательно, приводит к более длительному заживлению дефектов паренхимы. Все эти факторы по отдельности, а ещё больше в совокупности, оказывают значимое влияние на развитие такого осложнения, как негерметичность лёгкого.

К интраоперационным факторам относят выраженность спаечного процесса в плевральной полости, удаление верхней доли легкого, степень выраженности, способы разделения междолевых щелей, вариант хирургического доступа.

Открытый хирургический доступ, как правило, применяется у пациентов с выявленной предоперационно облитерированной плевральной полостью.

Существуют формулы для подсчёта риска длительной негерметичности лёгкого, учитывающие наличие плевральных сращений, неоадьювантной терапии, а также предыдущие хирургические вмешательства в плевральной полости (Huang J. et al., 2013, Yang C.-F.J. et al., 2015).

В 1997 году была предложена классификация Craig S.R. и Walker W.S. (Craig S.R., Walker W.S., 1997) отражающая степень выраженности междолевой щели.

Выделяют 4 типа междолевой щели:

1. Полностью разделённая междолевая щель
2. Отсутствие щели вблизи корня лёгкого, но полное разделение щели в дистальных отделах
3. Раздельная щель на ограниченном участке
4. Полное отсутствие междолевой щели

Сам по себе факт отсутствия междолевой щели является фактором риска по причине необходимости наложения более длинного шва на паренхиму лёгкого, что может являться предрасполагающим фактором длительной негерметичности.

Оценка объёма поступления воздуха через плевральные дренажи в раннем послеоперационном периоде (первые сутки после операции) также позволяет предсказать факт длительной негерметичности лёгочной паренхимы (Okada S. et al., 2017).

В послеоперационном периоде обсуждается роль активной аспирации и пассивного дренирования, их влияние на продолжительность и выраженность негерметичности легкого. В настоящее время наиболее применимым является пассивное дренирование по Бюлау в сочетании, при необходимости, с активным дренированием с использованием вакуумных аспираторов. Активная аспирация, сама по себе, позволяет достичь быстрого расправления лёгочной ткани в послеоперационном периоде, сокращая объём остаточной плевральной полости и предотвращая задержку патологического содержимого (воздух, жидкость). Но, несмотря на положительные эффекты, избыточное разрежение отрицательно влияет на регенеративные процессы в дефектах лёгочной ткани, нередко приводя

к увеличению размеров повреждения и, как следствие, увеличивая длительность негерметичности лёгочной паренхимы.

В настоящее время нет точных рекомендаций по ведению пациентов с длительным поступлением воздуха по дренажам. Выбор способа дренирования остаётся на усмотрение лечащих врачей в соответствии с опытом той или иной хирургической школы.

1.4 Интраоперационное расширение (конверсия) доступа от торакоскопии к торакотомии при анатомических резекциях лёгкого

Первые сообщения о лобэктомиях с использованием видеоэндоскопических технологий (торакоскопии - ТС) появились в начале 90-х годов 20 века (Roviago G. et al., 1992, Hazelrigg S.R. et al., 1993, Walker W.S. et al., 1993). В последние годы более 60% лобэктомий в США (база данных STS) (Detterbeck F. et al., 2016) и около 30% в Европе (база данных ESTS) (Falcoz P.E. et al., 2016) выполняются путем ТС. Первая информация о малоинвазивной торакоскопической лобэктомии опубликована в 1992 году Donnelly R.J. (Donnelly R.J. et al., 1992). Несмотря на технологический прогресс, опыт выполнения торакоскопических анатомических резекций лёгкого имеют небольшое количество клиник в Российской Федерации. В мировой практике доля открытых вмешательств за последние 20 лет имеет стойкую тенденцию к снижению. Первым в России видеоторакоскопическую лобэктомию выполнил профессор Сигал Е.И. в 1993 году (Сигал Е.И., 1994). Разница в степени клинического внедрения технологии связана с уровнем экономики, хирургическими традициями, организацией системы здравоохранения, степенью распространенности (стадией) рака легкого как основного показания к анатомическим резекциям легкого. По данным различных авторов кривая обучения торакального хирурга в освоении техники минимальноинвазивного вмешательства применимого к лобэктомиям, может составлять от 50 до 100 операций. Основными динамическими показателями оценки освоения методики являются: время, затрачиваемое на выполнение операции; объём интраоперационной кровопотери; процент конверсий доступа по

ятрогенным причинам. В то же время многие авторы отмечают рост числа конверсий доступа связанных с расширением показаний к торакоскопическим лобэктомиям в отдельно взятых клиниках пропорционально уже накопленному опыту. В последнее десятилетие возрастает интерес к новому варианту видеоэндоскопических операций – роботизированной хирургии; однако распространение роботизированных операций в торакальной хирургии, особенно в нашей стране, довольно ограничено, что связано с не всегда оправданными дополнительными затратами и ограниченным доступом к оборудованию.

Минимизация хирургической травмы является основным мировым трендом в настоящее время. Долгое время видеоторакоскопический доступ использовался только с целью диагностики. Эксплоративная торакоскопия, биопсия лимфатических узлов, атипичные краевые резекции лёгочной ткани, различные варианты дренирования плевральной полости – всё это первые шаги с использованием видеотехнологий к большим оперативным вмешательствам. Параллельное развитие индустрии эндоскопических сшивающих аппаратов и систем контроля хирургического гемостаза позволило расширять показания к более обширным торакальным вмешательствам.

Опыт видеоторакоскопических вмешательств показал значительные преимущества по сравнению с традиционным торакотомическим доступом. Прежде всего, это уменьшение хирургической травмы и кровопотери, снижение болевого синдрома, а следовательно, и сокращение срока пребывания пациента в лечебном учреждении. Применимо к онкологическим больным малоинвазивное вмешательство значительно сократило время до начала, в некоторых случаях крайне необходимого, адъювантного лечения.

Желание оперирующих хирургов расширять показания к торакоскопическому доступу косвенно свидетельствует об освоении методики. Когда идёт речь о конверсии, это всегда ассоциируется с более высоким риском послеоперационных осложнений, более выраженным болевым синдромом, а соответственно и более длительным нахождением пациента в условиях реанимационного отделения и госпитализации в целом.

Можно считать доказанным, что при корректных показаниях онкологические результаты ТС лобэктомий сопоставимы с результатами открытых операций при ранних стадиях немелкоклеточного рака легкого (Higuchi M. et al., 2014). Считается также, что при использовании ТС снижается частота послеоперационных осложнений и продолжительность пребывания больных в стационаре (Long H. et al., 2018), эти результаты подтверждены соответствующими метаанализами (Cheng D. et al., 2007, Chen F.F. et al. 2013, Paul S. et al., 2013, Madani A. et al., 2015, Falcoz P.E. et al., 2016, Gonfiotti A. et al., 2018).

Несмотря на очевидные плюсы торакоскопических вмешательств за счёт минимизации хирургической травмы, она имеет очень значимый недостаток – отсутствие возможности полноценной пальпаторной ревизии лёгочной паренхимы, а также необходимость пространственного соотношения направления движения инструментов и элементов корня легкого, что исключительно важно при сложных анатомических вариантах строения корня, рубцовых изменениях в нем, увеличенных регионарных лимфатических узлах и др.

Клинический опыт свидетельствует, что полностью избежать интраоперационного перехода от ТС к открытой операции не удастся. Связано это, обычно, с интраоперационными находками или с развившимися в процессе выполнения операции осложнениями. Можно предположить, что пациенты, которым планировали выполнить ТС лобэктомиию, и которым потребовался непредвиденный переход к открытой торакотомии, будут подвержены более высокому риску осложненного течения послеоперационного периода. Отечественных работ, анализирующих этот аспект конверсий доступа, исключительно мало.

Частота перехода от торакоскопического вмешательства к традиционной торакотомии по данным зарубежных авторов составляет от 1,7% до 23% (Вуин С.С. et al., 2015), а по данным отечественных авторов колеблется от 7,5% до 21,5% (Обухова Т.Л. и соавт., 2014, Сигал Р.Е. и соавт., 2015, Багров В.А. и соавт., 2017). Достаточно высокая частота конверсий может объясняться различным

пониманием самого термина «конверсия». Часть авторов, публикуя свои данные, определяет переход от торакоскопии к торакотомии, в том числе, и во время диагностического этапа для принятия решения об объёме хирургического вмешательства и выбора наиболее обоснованного доступа. J.S. Park et. al. (2011) в своей публикации обозначил, что конверсией доступа должен считаться переход от ранее запланированной торакоскопии к незапланированной торакотомии при условии уже начатой обработки анатомических структур лёгкого (артерия, вена, бронх) или попытки рассечения внутривисцеральных сращений.

Глава 2

Материалы и методы исследования

Ретро и проспективное моноцентровое нерандомизированное исследование выполнено на базе онкологического отделения №4 (торакальной хирургии) Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова в период с 2016 по 2021 гг.

Всего в исследование включено 182 больных. Всем пациентам была выполнена анатомическая резекция лёгкого в объёме удаления доли лёгкого (лобэктомия) и всего лёгкого (пневмонэктомия).

Все оперативные вмешательства выполнялись по следующим показаниям:

- Злокачественные новообразования: I-III стадия немелкоклеточного рака лёгкого;
- Доброкачественные новообразования: бронхоэктатическая болезнь лёгких, гамартома, фиброма, киста, туберкулома, аденома, сосудистые мальформации.

Обследование в предоперационном периоде включало компьютерную томографию грудной клетки, брюшной полости, малого таза, гибкую бронхоскопию. По показаниям выполнялись МРТ головного мозга, сцинтиграфия костей скелета, позитронноэмиссионная томография. У всех больных диагноз рака легкого подтвержден при патоморфологическом исследовании удаленного препарата. Оценивался статус курения. Особое внимание уделялось функциональному ранжированию пациентов с ХОБЛ. Степень ее тяжести течения оценивалась в соответствии с критериями, разработанными Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease 2021 (GOLD), из которых основным функциональным признаком степени тяжести являлся показатель $ОФВ_1$; при уровне $ОФВ_1 \leq 80\%$ от должного диагностировалась степень тяжести GOLD1, при уровне $ОФВ_1 80 - 50\%$ от должного – GOLD2, при уровне $ОФВ_1 50 - 30\%$ от должного – GOLD3. Основным функциональным критерием прогнозируемой операбельности считалось прогнозируемое расчетное значения $ОФВ_1$ не менее

30% от должного. Кардиологические риски окончательно оценивались после выполнения электрокардиографии, ЭХО-кардиографии, а также, по показаниям, стресс-ЭХО-кардиографии, коронарографии. При выявлении функционально значимой сопутствующей патологии по согласованию с пульмонологами, кардиологами и анестезиологами-реаниматологами проводилась соответствующая подготовка к хирургическому вмешательству – комплексная терапия ХОБЛ, коррекция нутритивного статуса, стентирование коронарных артерий и др.

Оперативные вмешательства на легких выполнялись торакотомическим или торакоскопическим доступом в условиях сочетанной анестезии (общей ингаляционной и перидуральной на грудном уровне) и ИВЛ с отдельной интубацией бронхов двухпросветной трубкой типа Робертшоу. Для разделения междолевых щелей использовались сшивающие аппараты УО-40 и Eshelon-45 (60), а также электрохирургические инструменты, инструменты ультразвуковой коагуляции (в зависимости от выраженности междолевой щели и согласно предпочтениям оперирующего хирурга). Интраоперационно, перед ушиванием раны (ран) грудной стенки оценивалась герметичность культи бронха и легочной паренхимы созданием в бронхиальном дереве со стороны операции положительного давления до 30 см вод. ст. Дефекты легочной ткани, при необходимости, ушивались с помощью нити Викрил-3/0 (также на усмотрение хирурга). Операцию всегда заканчивали постановкой двух плевральных дренажей.

В послеоперационном периоде всем больным в течение суток проводилась активная аспирация отделяемого по дренажам, в дальнейшем тактика ведения дренажей определялась клинико-рентгенологической картиной. Стандартной была активная аспирация содержимого плевральной полости, но при длительной негерметичности легкого в условиях отсутствия нарастания эмфиземы мягких тканей грудной стенки применялся пассивный дренаж по Бюллау. Дренажи удалялись при отсутствии поступления воздуха по ним в течение 24 ч и не более 150 мл отделяемой жидкости за этот же период.

2.1 Характеристика больных в блоке исследования, посвящённого конверсии хирургического доступа (видеоассистированный/торакотомия)

Проведен ретроспективный анализ результатов 106 последовательных операций у больных немелкоклеточным раком легкого I-III стадии, а так же с доброкачественными образованиями (бронхоэктатическая болезнь лёгких, гамартома, фиброма, киста, туберкулома, аденома, сосудистые мальформации), которым было запланировано проведение лобэктомии путем ТС с 2018 год по 2021 год.

Показания к применению ТС доступа: первичная опухоль не более 4 см в максимальном измерении, при центральной опухоли – поражение сегментарных бронхов без перехода на долевого бронх, отсутствие КТ-признаков лимфогенного метастазирования (максимальный поперечный размер прикорневого или медиастинального лимфатического узла не более 1,0 см), отсутствие в анамнезе сведений об перенесенной ранее операции на ипсилатеральной половине грудной клетки.

Все операции проводились под общим наркозом с однолегочной вентиляцией. Доступ начинался с 4-сантиметрового разреза в 4 или 5 межреберье по средней подмышечной линии, применялся силиконовый ретрактор. Использовалась одно- или трехпортовая техника. Бронхи, сосуды, междолевые границы разделялись эндоскопическими сшивающими аппаратами (endo GIA Ultra Universal Stapler, Echelon Flex). Для лигирования сегментарных сосудов использовались пластиковые клипсы (Grena). Во всех наблюдениях производилась стандартная ипсилатеральная лимфодиссекция.

Проведение торакотомии рекомендовалось при отсутствии прогресса в развитии основного этапа операции в течение 40-60 минут, а также при отсутствии междолевой «щели», решение принималось оперирующим хирургом («невынужденная» конверсия). В случае развития кровотечения, если гемостаза не удавалось достичь при ТС, также проводилась торакотомия («вынужденная» конверсия).

Причины конверсии оценивались в соответствии с классификацией VALT (сосудистая, анатомическая, лимфатическая, техническая) (Gazala et al., 2011).

Таблица 2. Классификация VALT по Gazala.

Vascular (Сосудистая)	повреждение лёгочной артерии либо вены, повреждение сосудов меньшего калибра
Anatomy (Анатомическая)	сращения/ слабая визуализация, размер и локализация опухоли
Lymph nodes (Лимфатические узлы)	массивные по типу «bulky», «вязкие» по типу «sticky», кальцинированные
Technical (Техническая)	технический сбой работы эндоскопических сшивающих аппаратов, либо систем гемостаза

Осложнения раннего послеоперационного периода анализировались в соответствии с классификацией Clavien-Dindo (Dindo D. et al., 2004).

Таблица 3. Классификация хирургических осложнений по Clavien-Dindo.

Степень	Определение
I	Любые отклонения от нормального послеоперационного течения, не требующие медикаментозного лечения или хирургического, эндоскопического, радиологического вмешательства. Разрешается терапевтическое лечение: антипиретики, анальгетики, диуретики, электролиты, физиотерапия. Сюда же относится лечение раневой инфекции.
II	Требуется лечение в виде гемотрансфузии, энтерального или парентерального питания.
III	Требуется хирургическое, эндоскопическое или

	радиологическое вмешательство:
a	III Вмешательство без общего обезболивания.
b	III Вмешательство под общим обезболиванием.
	IV Жизнеугрожающие осложнения (включая осложнения со стороны ЦНС)*, требующие интенсивной терапии, наблюдения в отделении реанимации, резекции органа:
a	IV Недостаточность одного органа.
b	IV Полиорганная недостаточность.
	V Смерть больного.

Длительность негерметичности паренхимы легкого определяли как время, в течение которого имело место поступление воздуха по дренажам в послеоперационном периоде. Учитывалась только негерметичность длительностью более 5 суток после операции.

Оценка боли проводилась через 24 часа после завершения операции с использованием визуальной аналоговой шкалы.

Проведено сравнение клинических параметров, интраоперационных данных, характера течения послеоперационного периода у больных, у которых операция полностью проведена путем ТС и больных, перенесших конверсию доступа к торакотомии.

2.2 Характеристика больных в блоке исследования посвящённого длительной негерметичности лёгочной паренхимы

Исследование носило ретроспективный характер. Основным критерий включения больных в исследование - проведение анатомической резекции легкого в объеме лобэктомии в 2019-2021 году по поводу немелкоклеточного рака легкого. Другие критерии включения: возраст старше 40 лет на момент

выполнения операции; полное клиническое обследование и функциональное нелабораторное и лабораторное тестирование в предоперационном периоде в соответствии с принятыми рекомендациями, включающее спирометрию (анализируемый критерий - объем форсированного выдоха за первую сек - $ОФВ_1$), определение диффузионной способности легких по монооксиду углерода (DLCO); кардиореспираторное нагрузочное тестирование (КРНТ) с выполнением 6-ти минутного теста, лестничной пробы, оценка показателя максимального потребления кислорода (VO_2max) по результатам исследований на стационарной лабораторной системе эргоспирометрического тестирования MetaLyser 3B+Tango M2+Ergoline ErcoSelect 100+Custo cardio 200 (Cortex, Германия); полное прекращение поступления воздуха по дренажам из плевральной полости в течение, максимум, 60 суток после операции. Критерии исключения: возникновение несостоятельности культи бронха в течение 60 суток после операции, повторные хирургические вмешательства в течение этого же срока.

В итоге, в исследование включен 71 больной раком легкого I-IIIa стадии.

Обследование в предоперационном периоде включало компьютерную томографию грудной клетки, брюшной полости, малого таза, гибкую бронхоскопию. По показаниям выполнялись МРТ головного мозга, сцинтиграфия костей скелета, позитронноэмиссионная томография. У всех больных диагноз рака легкого подтвержден при патоморфологическом исследовании удаленного препарата. Оценивался статус курения. Особое внимание уделялось функциональному ранжированию пациентов с ХОБЛ. Основным функциональным критерием прогнозируемой операбельности считалось прогнозируемое расчетное значения $ОФВ_1$ не менее 30% от должного. Кардиологические риски окончательно оценивались после выполнения электрокардиографии, ЭХО-кардиографии, а также, по показаниям, стресс-ЭХО-кардиографии, коронарографии. При выявлении функционально значимой сопутствующей патологии по согласованию с пульмонологами, кардиологами и анестезиологами-реаниматологами проводилась соответствующая подготовка к

хирургическому вмешательству – комплексная терапия ХОБЛ, коррекция нутритивного статуса, стентирование коронарных артерий и др.

2.3 Характеристика больных в блоке исследования, посвящённого изучению возможности прогнозирования послеоперационных параметров функции дыхания с использованием формулы Brunelli et al.

В проспективное исследование включены 87 пациентов немелкоклеточным раком лёгкого I-III стадии и доброкачественными новообразованиями (бронхоэктатическая болезнь лёгких, гамартома, фиброма, киста, туберкулома, аденома, сосудистые мальформации), подверженные хирургическому лечению в объёме лобэктомии и пневмонэктомии. Все пациенты были разделены на группы, учитывающие сторону оперативного вмешательства, удаляемую долю или целое лёгкое, степень выраженности хронической обструктивной болезни лёгких по классификации GOLD. 21 (24%) пациент перенёс верхнюю лобэктомию справа, 15 (17%) пациентов - нижнюю лобэктомию справа, 8 (9%) пациентов - среднюю лобэктомию справа, 5 (6%) пациентов - пневмонэктомию справа, 16 (18%) пациентов - верхнюю лобэктомию слева, 14 (16%) пациентов - нижнюю лобэктомию слева, 8 (10%) пациентов - пневмонэктомию слева.

Была произведена оценка до и послеоперационной функции дыхания с сопоставлением с дооперационными и прогнозируемыми значениями. Обследование на предоперационном (за 7-42 суток до операции) и послеоперационном этапах (через 6-18 месяцев) включало: спирометрию (ЖЕЛ, ОФВ1), диффузионную способность лёгких по монооксиду углерода (DLCO), лабораторное кардиореспираторное нагрузочное тестирование с оценкой максимального потребления кислорода ($VO_2 \max$), нелабораторное нагрузочное тестирование (6-минутный тест с ходьбой, лестничная проба по модифицированной оригинальной методике (А.Л. Акопов, М.Г. Ковалев, А.И. Романихин, 2021)).

Все использовавшееся техническое обеспечение описано в предыдущих разделах.

Расчёт прогнозируемой послеоперационной функции производился по формуле Brunelli et al., предложенной в 2009 году и представленной в ERS/ESTS clinical guidelines on fitness for radical therapy in lung cancer patients (surgery and chemo-radiotherapy).

Анатомический метод (подсчет удаляемых функционирующих сегментов)

$$\text{ппо } X = \text{по } X \times (1 - y/z)$$

где

X = исследуемый параметр

Y = число функционирующих удаляемых сегментов

Z = общее количество функционирующих сегментов

ппо – прогнозируемое послеоперационное значение, по – предоперационное значение.

Данная формула применимо к лобэктомиям показала преимущество перед методом расчета с использованием перфузионной сцинтиграфии по причине лёгкости использования и отсутствия необходимости в дополнительном дорогостоящем оборудовании.

Статистическая обработка

Результаты обработаны с использованием таблицы данных Microsoft Excel и проанализированы с помощью IBM SPSS 25.0 для Windows. Сравнения между группами проводились с использованием критерия Стьюдента, если применимо, или U-критерия Манна-Уитни в случае ненормального распределения. В противном случае использовался непараметрический точный критерий Фишера. Нормальное распределение непрерывных переменных было проверено тестом Шапиро-Уилка. Для подтверждения выявленных взаимосвязей проведен дисперсионный анализ (ANOVA).

Глава 3

Интраоперационное расширение (конверсия) доступа от торакоскопии к торакотомии при анатомических резекциях лёгкого

Из 106 больных, включенных в исследование, операции завершены путем ТС у 90 (85%), у 16 пациентов (15%) потребовалась интраоперационное расширение доступа до торакотомии.

У 104 больных выполнены лобэктомии (98%), в двух наблюдениях произведены билобэктомии (2%). Обе билобэктомии были внеплановыми, причинами являлись распространение опухоли с нижней на паренхиму средней доли (1), нетипичное отхождение среднедолевого бронха (1). В обоих наблюдениях нижние билобэктомии выполнены с «невынужденной» конверсией доступа.

Характеристика больных, включенных в исследование, представлена в таблице 4.

Средний возраст больных на момент операции составлял 63 года (min 42 – max 72). Медиана % объема форсированного выдоха за 1 с (ОФВ1) в исследуемой группе составила 84,7% (min 71,5 – max 110%). Средняя длительность курения - 30 лет (min 15 – max 50), доля курильщиков в целом составила 70%.

Таблица 4. Характеристика больных, включенных в исследование

Показатель	Всего больных (n=106, 100%)	Торакоскопия (n=90, 85%)	Конверсия (n=16, 15%)	Уровень p
Возраст	63	61,2	64	p>0,05
Пол: м/ж	72 (67,9%)/ 34	61 (67,7%)/ 29 (32,3%)	10 (62,5%)/ 6 (37,5%)	p>0,05

	(32,1%)			
Объем резекции Лоб/Билобэктомия	104 (98,12%)/ 2 (1,88%)	90 (100%)/ 0	14 (87,5%)/ 2 (12,5%)	p<0,05
Курение	74 (70%)	59 (65,5%)	12 (75%)	p>0,05
Ожирение	37 (34,9%)	27 (30%)	7 (43,8%)	p>0,05
ХОБЛ Да/Нет (%)	64 (60,4%)/4 2 (39,6%)	54 (60%)/36 (40%)	10 (62,5%)/6 (37,5%)	p>0,05
Бронхиальная астма	5 (4,7%)	5 (5,5%)	0 (0%)	p<0,05
Средний уровень ОФВ1 (% от должного)	79	75	81	p>0,05
Средний уровень DLCO (% от должного)	77	81	72	p>0,05
Средние значения 6MWT (м)	500	475	525	p>0,05
Среднее время лестничного теста (сек)	10	9	11	p>0,05
Среднее VO2max (мл/кг/мин)	12	11	12	p>0,05
Первичная опухоль T1/T2	46 (44%)/ 60 (56%)	35 (39%)/ 55 (61%)	7 (42%)/ 9 (58%)	p =0,72
Лимфогенное				

метастазирование N0/N1	90 (85%)/16 (15%)	79 (88%)/11 (12%)	13 (81%)/3(19%)	p =0,91
Гистологический вариант рака легкого Плоскоклеточный / Аденокарцинома/ Другое	25 (24%)/ 71 (67%)/ 10 (9%)	20 (22%)/ 61 (68%)/ 9 (10%)	5 (31%)/ 10 (62%)/ 1 (7%)	p =0,37
Стадия рака легкого I/II	90 (85%)/16 (15%)	79 (88%)/11 (12%)	13 (81%)/3(19%)	p =0,91

Причинами расширения доступа были: отсутствие междолевой щели – 5 (31%), ятрогенное кровотечение – 4 (25%), несоответствие КТ картины и интраоперационной ситуации – 2 (13%), внутривидеальные сращения – 2 (13%), вариантная анатомия лёгочных сосудов и бронхов - 2 (13%), инвазия лимфоузлов в магистральные сосуды – 1 (6%). Конверсии, выполненные в связи с развитием кровотечения и невозможностью остановки кровотечения путем ТС, расценены как «вынужденные» (n=4). Объем интраоперационной кровопотери у пациентов с кровотечением составлял от 200 до 1000 мл, в среднем, 650 мл. Во всех других наблюдениях решение о расширении доступа принято в связи с технической сложностью завершения операции путем ТС, то есть до развития каких-либо интраоперационных осложнений, а также для исключения чрезмерного затягивания длительности хирургического вмешательства, такие конверсии условно отнесены к «невынужденным» (n=12).

Чаще всего конверсии выполнялись при проведении верхней лобэктомии справа (6 из 16 (37,5%)), затем нижней лобэктомии справа (4 из 16 (25%)), нижней лобэктомии слева (4 из 16 (25%)), верхней лобэктомии слева (2 из 16 (12,5%))

Пациенты, перенесшие конверсию доступа, были несколько старше (средний возраст больных 60 лет против 64 лет в группе конверсии, $p = 0,06$). Не отмечено значимой разницы в частоте сопутствующей респираторной патологии, хронической обструктивной болезни легких, бронхиальной астмы у больных с конверсией и без нее. Частота курения у больных обеих групп также была одинаковой ($p = 0,7$). Не отмечено зависимости частоты конверсии от степени распространения первичной опухоли и статуса лимфогенного метастазирования. Среднее распределение пациентов с T1 и T2 в группе конверсий составило 42%/58%, в группе ТС - 39%/61% ($p = 0,72$), N0 и N1 - 81%/19% в группе конверсии и 88%/12% в группе ТС ($p = 0,91$). Результаты предоперационных функциональных исследований, таких как ОФВ1, DLCO, VO2max, 6MWT и лестничный тест, также не являлись факторами риска конверсии ($p = 0,7$).

В раннем послеоперационном периоде осложнения зарегистрированы у 2 из 16 больных (12,5%) в группе конверсии и у 10 из 90 больных (11,1%) в группе ТС. Согласно классификации Clavien-Dindo степень тяжести осложнений не превышала 3 степени в обеих сравниваемых группах, за исключением одного пациента, у которого после вынужденной конверсии в связи с кровотечением (объем кровопотери 1000 мл) на 2-е сутки после операции развилась массивная ТЭЛА, явившаяся причиной летального исхода. Таким образом, послеоперационная летальность составила 1/16 (6,2%) в конверсионной группе и 0/90 (0%) в группе ТС (95% ДИ; $p = 0,003$). Послеоперационная клинически значимая аритмия отмечалась у 1 (1/16 - 6,25%) пациента в группе конверсий и 2 (2/90 - 2,2%) пациентов в группе ТС ($p > 0,05$), у всех больных аритмия купирована консервативно. Пневмония в раннем послеоперационном периоде не фиксировалась ни у одного пациента.

Жалобы на значимый болевой синдром несколько чаще имели место в группе конверсии - у 4 из 16 больных (25%) против 16 из 90 больных (17,7%) группы ТС ($p>0,05$). Медианное значение шкалы визуальной аналоговой боли составило 3 (min 1 – max 5) в группе ТС и 4 (min 1 – max 7) в группе конверсий ($p>0,05$). Не отмечено существенной разницы в аспекте длительной негерметичности легкого: поступление воздуха по дренажам более 5 суток имело место у 5 из 16 больных (31,3%) в группе конверсии и у 35 из 90 больных (38,9%) в группе ТС ($p>0,05$). Продолжительность пребывания в стационаре была больше после торакотомий, чем в группе ТС (в среднем, 10 и 6 суток, соответственно, $p>0,05$).

Таблица 5. Послеоперационные осложнения в соответствии с классификацией Clavien-Dindo

Степень осложнения	всего (n=106)	ТС (n=90)	конверсия (n=16)	Уровень p
1	6 (5,6%)	6 (6,6%)	0 (0%)	$p<0,05$
2	3 (2,8%)	2 (2,2%)	1 (6,3%)	$p>0,05$
3	2 (1,9%)	2 (2,2%)	0 (0%)	$p<0,05$
5	1 (0,9%)	0 (0%)	1 (6,3%)	$p=0,003$

В модель многофакторного анализа для оценки рисков конверсии мы включили возраст, пол, объем форсированного выдоха за 1 с, диффузионную способность лёгких по монооксиду углерода, максимальное потребление кислорода при кардиореспираторном нагрузочном тестировании, дистанцию, пройденную за 6 мин, лестничную пробу, хроническое обструктивное заболевание легких (классификация по GOLD). Значимых взаимосвязей

выявлено не было. Возможно, это связано с вариабельностью пациентов и небольшим количеством больных, подверженных конверсии доступа.

Главной целью этой части исследования был анализ пациентов, у которых имел место интраоперационный переход от ТС к торакотомии. За последние десятилетия ТС зарекомендовала себя как современный, малоинвазивный, безопасный хирургический подход, характеризующийся целым рядом преимуществ перед открытым доступом. Сформулированы показания к применению ТС для проведения лобэктомий, а также преимущества такого доступа (Puri V. et al., 2015, Mazzella A. et al. 2016) Непредвиденный интраоперационный переход к торакотомии нарушает такие оптимистичные планы и зачастую рассматривается как серьезная проблема (Puri V. et al., 2015).

В начале 2000-х годов оценивались факторы риска конверсии и частота послеоперационных осложнений. В самом крупном исследовании проведен анализ 1227 пациентов, которым выполнена резекция легкого путем ТС и торакотомии, причем сравнивалась частота осложнений после конверсии и после «плановых» открытых операций (Puri V. et al., 2015). Частота осложнений в раннем послеоперационном периоде после конверсии доступа оказалась значимо выше.

На наш взгляд более логичным является сравнение течения послеоперационного периода у больных после незапланированной конверсии и у больных, у которых операция была завершена путем ТС. При быстром переходе к открытой операции важную роль может играть изменение схемы анестезиологического обеспечения (при ТС операции, как правило, нет эпидуральной анальгезии, «подготовленность» к боли после операции ниже), поспешность рассечения мышц грудной стенки, возможная психологическая нагрузка в связи с ответственностью за принятое решение. В ряде исследований отмечается, что у пациентов, перенесших конверсию, больше аритмических осложнений, чем у пациентов после плановых торакотомий (Puri V. et al., 2015, Kim S.W. et al. 2017). Действительно, в нашем

исследовании частота аритмий оказалась почти в 3 раза больше - 6% в группе конверсий (но лишь у одного больного) и 2% в группе ТС.

В то же время мы не наблюдали статистически значимой разницы в частоте развития послеоперационных осложнений у больных после ТС лобэктомий и после конверсии (11% и 13%, соответственно). Касается это и негерметичности легкого как основного фактора, определяющего длительность послеоперационной госпитализации. Статистически сопоставимой оказалась и выраженность боли. В практической работе нередко приходится сталкиваться с больными, у которых после ТС операций имеет место существенная выраженность болевого синдрома в области ран грудной стенки, малообъяснимая с точки зрения щадящего доступа. Малоизученным представляется вопрос влияния манипуляций эндоскопическими ригидными инструментами в узком межреберье, даже с использованием торакопорта или ретрактора, что само по себе неизбежно усиливает травму межреберного нерва. Полученные результаты свидетельствуют о том, что обязательное стремление к завершению операции путем ТС вряд ли оправдано с точки зрения течения послеоперационного периода. Исключением являются «вынужденные» конверсии по причине развития интраоперационных нежелательных явлений. Такие осложнения, несомненно, могут вызвать значимые проблемы в послеоперационном периоде (Whitson В.А. et al., 2008). У одного из двух наших пациентов после «вынужденной» конверсии зафиксирован летальный исход.

Опыт конкретного хирурга играет решающую роль в качестве выполнения ТС лобэктомий и принятии решения о конверсии. В нашем исследовании проведен анализ работы одного коллектива хирургов, и экстраполировать полученные результаты на всех торакальных хирургов и больных торакального профиля было бы неверно. Но положение, что «невынужденная» конверсия доступа не должна расцениваться как осложнение течения операции, а является естественным вариантом решения интраоперационной ситуации с целью профилактики значимых

нежелательных явлений и неоправданного затягивания времени нахождения в операционной, может быть признано универсальным. С этим согласны и некоторые другие авторы (Brunelli A. et al., 2017).

Принципиально важным аспектом конверсий является ее «вынужденность». Так, Рябов А.Б. и соавт. (2021) делили конверсии на «экстренные», связанные с кровотечением, повреждением бронха, и «плановые», причинами которых был спаечный процесс или изменения в лимфатических узлах, затруднявшие выделение сосудов. Общая частота конверсий при выполнении торакоскопических анатомических резекций легкого в их исследовании составила 12,9%. В работе Пищика В.Г. и соавт. (2016) общая частота конверсий составила 3,9%, а вынужденными были 5 из 9 конверсий (56%); как и в нашем исследовании один пациент погиб в послеоперационном периоде. Возможно, актуальным является и термин «катастрофические интраоперационные осложнения», предложенный Flores R.M. и соавт. (2011) при анализе результатов ТС лобэктомий, которые были связаны с повреждением крупных сосудов и конверсией доступа с существенным расширением объема операции.

Глава 4

Прогнозирование негерметичности легочной паренхимы после лобэктомий

Средний возраст больных составил $64 \pm 8,4$ года (Me = 65 ; Min = 42; Max = 83), мужчин было 45 (63%), женщин – 26 (37%). Более половины, 38 больных (54%), имели длительный, не менее 30 лет, анамнез табакокурения, причем 32 (45%) из них продолжали курить на момент хирургического лечения, несмотря на рекомендации по отказу от курения. Отклонения спирометрических показателей от нормы отмечены у 32 больных (45%) больных, у 29 (41%) из них диагностирована ХОБЛ с различной степенью функциональной тяжести по GOLD (преимущественно, средней). У 2 пациентов диагностирована бронхиальная астма, у 3 больных - интерстициальное заболевание легких. При компьютерной томографии признаки эмфиземы легких выявлены у 33 (46%) пациентов, гетерогенной - у 14 (20%), гомогенной – у 19 (27%). Все больные относились к функциональному классу по ASA II-III.

Резекции легких выполнялись из торакотомического доступа (39 больных, 55%) или путем торакоскопии (32 больных, 45%).

Все больные разделены на три группы в зависимости от длительности негерметичности легкого в раннем послеоперационном периоде. Группа 1 сформирована из 42 (59%) больных, поступление воздуха по дренажам у которых прекратилось в течение первых суток после операции. 10 (14%) пациентов составили промежуточную группу 2, длительность поступления воздуха из плевральной полости у них не превышала 5 суток. В группу 3 вошли 19 (27%) больных с более длительным периодом незавершенного аэростаза оперированного легкого - более 5 суток.

Сравнительная характеристика основных клинических, хирургических и функциональных показателей у пациентов трех групп представлена в таблицах 6-8.

Таблица 6. Клиническая характеристика больных в зависимости от длительности негерметичности легкого в послеоперационном периоде

Показатель	Группа 1 42 больных (59%)	Группа 2 10 больных (14%)	Группа 3 19 больных (27%)	Уровень «р»
Соотношение мужчины/женщины (n, (в % в группе))	24/18 (57/43)	6/4 (60/40)	13/6 (68/32)	>0,05
Статус курения курят/бросили/не курили (n, (в % в группе))	28/3/11 (67/7/26)	6/1/3 (60/10/30)	10/2/7 (53/11/36)	>0,05
Низкий индекс массы тела (ИМТ<18,5) (n, (в % в группе))	4 (10)	0 (0)	1 (5)	>0,05
Сахарный диабет (n, (в % в группе))	6 (14)	1 (10)	3 (16)	>0,05
Неoadьювантная противоопухолевая терапия (n, (в % в группе))	11 (26)	2 (20)	3 (16)	>0,05
Нет ХОБЛ (n, (в % в группе))	25 (60)	6 (60)	11 (58)	>0,05
ХОБЛ GOLD 1 (n, (в % в группе))	5 (12)	2 (20)	2 (11)	>0,05
ХОБЛ GOLD 2 (n, (в % в группе))	9 (21)	2 (20)	4 (21)	>0,05
ХОБЛ GOLD 3	3 (7)	0	2 (11)	>0,05

(n, (в % в группе))				
Признаки эмфиземы легких при КТ (n, (в % в группе))	21(50)	4 (40)	8(42)	>0,05

Как видно из таблицы 6, ни по одному из анализируемых параметров достоверной разницы между группами выявить не удалось. Частота сопутствующей ХОБЛ, как и степень тяжести ее течения, практически одинакова во всех группах. Больные с сопутствующей бронхиальной астмой и ИЗЛ относились к группе 1, за исключением одного пациента, который вошел в группу 3. Парадоксально, в группе 1 относительное число некурящих на момент выполнения операции было несколько меньше, чем в группах 2 и 3. Частота больных с низким индексом массы тела, сопутствующим сахарным диабетом, проведением предоперационного противоопухолевого лечения (химио-, иммунотерапия) в группах оказалось сопоставимым.

Таблица 7. Характеристика оперативных вмешательств и раннего послеоперационного периода в зависимости от длительности негерметичности легкого в послеоперационном периоде.

Показатель	Группа 1 42 больных (59%)	Группа 2 10 больных (14%)	Группа 3 19 больных (27%)	Уровень «р»
Локализация опухоли правое/левое легкое (n, (в % в группе))	28/14 (67/33)	6/4 (60/40)	12/7 (63/37)	>0,05
Удаление верхней доли (n, (в % в группе))	22(53)	3(30)	10(53)	>0,05

Удаление нижней доли (n, (в % в группе))	15(36)	5(50)	7(37)	>0,05
Удаление средней доли (n, (в % в группе))	5(11)	1(10)	2(10)	>0,05
Торакотомический доступ (n, (в % в группе))	23(55)	6(60)	10(53)	>0,05
Видеоассистированный доступ (n, (в % в группе))	19(45)	4(40)	9(47)	>0,05
Длительность операции (мин)	91,2±15,1 (Min = 76; Max = 126)	94,6±43,7 (Min = 50; Max = 138)	92,8±11,7 (Min = 81; Max = 125)	>0,05
Длительность нахождения в ОРИТ после операции (сутки)	1±0,3	1±0,3	1±0,2	>0,05
Средняя продолжительность поступления воздуха по дренажам (сутки)	менее 1	3±2 (Min = 1; Max = 5)	12,4±8,6 (Min = 5; Max = 52)	0,05 (1) * 0,01 (2) 0,003(3)
Длительность госпитализации после операции (сутки)	5,1±1,2 (Min = 3 ; Max = 7)	6,9±2,4 (Min = 5; Max = 10)	22,6±1,6 (Min = 14; Max = 60)	0,03 **

*-при сравнении 1 и 2 групп (1); при сравнении 2 и 3 групп (2); при сравнении 1 и 3 группы (3).

** - при сравнении 1 и 3 группы, 2 и 3 группы

Средняя длительность операций во всех группах была практически одинаковой (таблица 7). В группах 1 и 3 несколько чаще выполнялась верхняя лобэктомия, чем в группе 2. В то же время именно в группе 2 частота торакотомий была несколько выше, чем в группах 1 и 3, в которых операции чаще проводились путем торакоскопии. Но все эти различия не были статистически достоверными. Среднее время нахождения в условиях ОРИТ, около 1 суток или чуть больше, ни в одном случае не было связано с негерметичностью легочной паренхимы. Длительность госпитализации в группах 1 и 2 была практически одинаковой, а в группе 3 оказалась в 3 раза более продолжительной. Часть больных переводилась в ОРИТ повторно, 5 пациентов из группы 1 и 1 пациент из группы 3, и во всех этих наблюдениях причиной были нарушения ритма сердца, не купирующиеся в условиях хирургического отделения.

Функциональный статус пациентов во всех группах также был примерно одинаковым (таблица 8). Так, среднее расстояние, пройденное больными за 6 минут, сопоставимо во всех группах. Показатели VO_{2max} у обследованных больных при выполнении лабораторного КРНТ оказывались в пределах допустимых для проведения операций и сопоставимых значениях во всех группах – около 15 мл/кг/мин. Наибольшей тенденцией к достоверности характеризуется разница в величине DLCO: чем длительнее была негерметичность легкого, тем ниже оказывались значения этого показателя. То, что и в этом случае разница оказалась на границе достоверности, возможно, связано с небольшим числом больных в группах.

Таблица 8. Функциональная характеристика больных в зависимости от длительности негерметичности легкого в послеоперационном периоде.

Показатель	Группа 1 42 больных (59%)	Группа 2 10 больных (14%)	Группа 3 19 больных (27%)	Уровень «р»
ОФВ 1 (% от должного)	79,6±7,9 (Min = 45; Max = 113)	75,7±18,2 (Min = 58; Max = 102)	65,7±12,4 (Min = 47 ; Max = 93)	>0,05
Дистанция, пройденная при мин тесте с ходьбой (м)	6540,9±22,6 (Min = 400; Max = 750)	538,0±37,3 (Min = 400; Max = 650)	575,0±43,1 (Min = 350; Max = 700)	>0,05
Лестничный тест (сек)	11,7±3,5 (Min = 8; Max = 15)	12,8±2,5 (Min = 9; Max = 15)	12,7±3 (Min = 9; Max = 20)	>0,05
Диффузионная способность лёгких по монооксиду углерода (DLCO) (% от должного)	71,11±6,82 (Min = 59; Max = 99)	67,29±14,68 (Min = 57; Max = 94)	59,41±8,49 (Min = 58; Max = 98)	0,05*
VO ₂ max при КРНТ (мл/кг/мин)	15,0±1,0 (Min = 7; Max = 20)	14,6±1,6 (Min = 8; Max = 18)	15,8±1,9 (Min = 7; Max = 19)	>0,05

*-при сравнении 1 и 3 группы

При анализе больных, вошедших в группу 3, установлено, что у 4 из них (21%) в послеоперационном периоде имело место обострение ХОБЛ, которое во всех наблюдениях было купировано в течение 3-4 суток. У 3 больных в результате длительной негерметичности легкого развилась эмпиема плевры,

длительность поступления воздуха по дренажам у них составила 19, 28 и 52 суток. Повторное дренирование плевральной полости проведено 2 больным (11%) этой группы. Необходимость установки новых дренажей связана с наличием и нарастанием эмфиземы мягких тканей грудной стенки. В послеоперационном периоде 3 пациентам из группы 3 для ускорения достижения азростаза был наложен пневмоперитонеум (объемом 1,5-2 литра) с очевидным положительным эффектом у 1 пациента - прекращение поступления воздуха в течение суток. В целом, из 19 больных, составивших группу 3, у 2 (11%) имела место ХОБЛ GOLD 3, еще у 4 (21%) ХОБЛ GOLD 2, что сопоставимо с долей таких больных в группах 1 и 2. В то же время, у большинства больных группы 3 не было сопутствующей ХОБЛ и эмфиземы (таблица 6).

При корреляционном анализе выявлена заметная обратная связь между длительной негерметичностью паренхимы легкого и предоперационным уровнем ОФВ1 ($r=-0,59$) и прямая связь между уровнем ОФВ1 и DLCO ($r=0,51$). Также установлена заметная обратная связь между длительной негерметичностью паренхимы легкого и уровнем DLCO ($r=-0,61$) и прямая умеренная связь между длительной негерметичностью паренхимы легкого и временем, затраченным на выполнение лестничного теста ($r=0,38$). Корреляционной связи между длительной негерметичностью паренхимы легкого и другими анализируемыми признаками обнаружено не было.

Дисперсионный анализ (ANOVA), позволил смоделировать воздействие параметра-отклика (группы 1, 2, 3) на выделенные при корреляционном анализе значимые факторы (ОФВ1, DLCO и лестничный тест). Дисперсии переменных значений ОФВ1, DLCO, лестничного теста достоверно статистически различались в группах больных (рисунок 1).

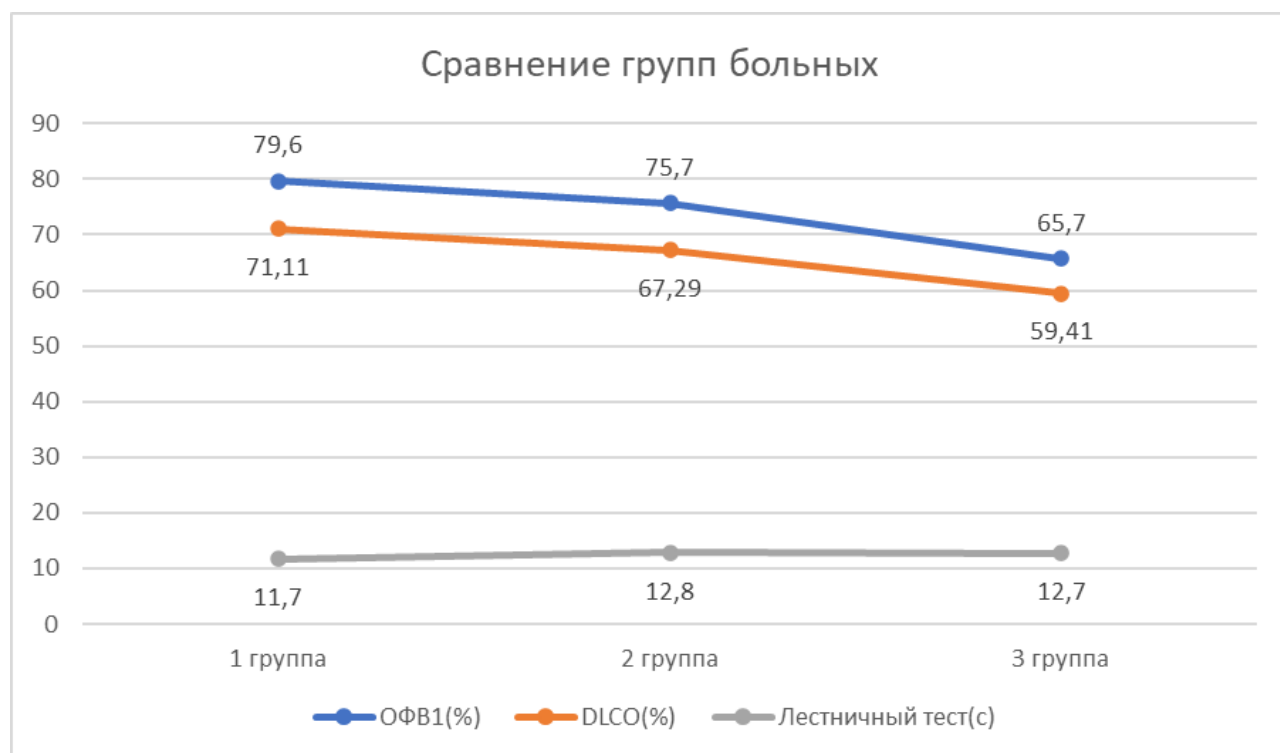


Рисунок 1. Результаты многофакторного дисперсионного анализа (ANOVA, $F= 6,262$, $p=0,0002$) сравнения средних значений ОФВ1 (%), DLCO (%) и лестничного теста (с) в группах больных.

Возникновение бронхиолоплевральных и альвеолоплевральных свищей после резекционных вмешательств на легких, сопровождающееся длительной утечкой воздуха, по мнению многих авторов, приводит к росту частоты других осложнений и является одной из главных причин увеличения срока и стоимости пребывания больных в стационаре (Cerfolio R.J. et al., 2002, Pompili C. et al., 2016, Elsayed H. et al., 2012). Поступление воздуха по дренажам после операции большинство авторов считает не осложнением, а вариантом течения послеоперационного периода, если оно самостоятельно прекращается в течение 12 - 48 часов (Roy E. et al., 2020, Тонеев Е.А. и соавт., 2020). Частота же продленной негерметичности легкого после лобэктомий может достигать 26% (Dugan K.C. et al., 2017). Какой срок негерметичности легочной паренхимы считать продленным - в этом вопросе единой точки зрения нет: по данным литературы, продленным называют поступление воздуха по плевральным дренажам в течение 5, 7 и, даже, 10 суток после операции (Brunelli A. et al., 2010, Drewbrook C. et al., 2016, French D.G. et al., 2018, ,

Акопов А.Л. и соавт., 2019). Мы определили границу в 5-е сутки послеоперационного периода в большей мере условно, исходя из того, что средняя длительность госпитализации после операции у больных группы 1 составила именно 5 суток. К этому моменту у всех пациентов группы 1 и большей части пациентов группы 2 дренажи уже были удалены.

Из предоперационных клинических и функциональных факторов риска, как ни удивительно, ни один сам по себе не показал очевидной значимости, за исключением уровня диффузионной способности легких, но это положение требует дополнительной оценки. Очевидно, что группа 3 состоит из не вполне однородного контингента больных. В то же время даже в группе 3 большинство составили больные без значимых предоперационных факторов риска, а в группе 1 у 28% больных имела место сопутствующая ХОБЛ GOLD 2 и 3. Эмфизематозная перестройка легочной ткани повышает ее чувствительность к минимальным травмам. Роль эмфиземы в формировании длительной негерметичности паренхимы легкого хорошо видна на примере операций редукции объема легких – частота недостаточности аэростаза достигает 90% (Brunelli A. et al., 2010, Есаков Ю.С. и соавт., 2014, Won H.K. et al., 2017, Корымасов Е.А. и соавт., 2018, Пищик В.Г. и соавт., 2020).

В некоторых работах торакотомия называется независимым фактором риска продленного сброса воздуха. Пищик Г. В. и соавт. (2020) связывают это с тем, что во время открытой операции не достигается прецизионной визуализации по сравнению с торакоскопией, что может приводить к повреждениям легкого. Более того, открытым операциям подвергаются, как правило, пациенты с облитерированными плевральными полостями, что само является фактором риска (Пищик В.Г. и соавт., 2020). В исследованном нами материале длительная негерметичность легкого имела место у 10 из 39 больных (26%), оперированных путем торакотомии, и у 9 больных из 32 (28%), оперированных торакоскопически.

Судя по всему, сочетание низкого уровня ОФВ1 (менее 76%) и низкого уровня DLCO (менее 61%) позволяет уже на предоперационном этапе оценить

риск длительной негерметичности легкого как значимый и учесть это в процессе выполнения хирургического вмешательства. И здесь на первый план выходит качество проведения самой операции. Аккуратность работы хирурга при выделении легкого из сращений, разделении междолевой щели, выделении сосудов и долевого бронха, работы с окружающими удаляемую часть легкого тканями, в первую очередь с остающейся частью легкого, играют чрезвычайно важную роль в благоприятном течении послеоперационного периода. Знание о возможном риске длительной негерметичности, полученное на основании результатов предоперационного обследования, должно заставить хирурга особенно бережно относиться к легочной паренхиме и максимальной герметизации раневой поверхности легкого насколько это возможно. Бывает и так, что у больных с хорошо выраженной междолевой щелью небольшие участки легочной паренхимы, требующие разделения, быстро и эффективно обрабатываются электрохирургическими инструментами. Такой метод, несмотря на простоту, к сожалению, не всегда может обеспечить надежный аэростаз, особенно в сравнении с использованием качественных сшивающих аппаратов (степлеров). В то же время именно такие аппараты обычно применяются при разделении долей легкого в случае отсутствия или плохой выраженности междолевой щели. Таким образом, может иметь место парадоксальная ситуация – при нормальных значениях функциональных показателей, хорошей междолевой щели иногда будет иметь место длительная негерметичность легочной паренхимы, а при низком уровне ОФВ1 и DLCO, плохой выраженности междолевой щели, но обработке ее с помощью механического сшивающего аппарата, длительность негерметичности будет минимальной. Эти, а также другие интраоперационные детали, связанные с предпочтениями хирургов, особенностями хирургической техники, могут сыграть решающую роль в длительности поступления воздуха по плевральным дренажам.

Мы придерживались консервативной тактики в отношении недостаточности аэростаза, которая заключалась в адекватном дренировании,

антибактериальной терапии с целью предотвращения развития инфекционных осложнений, лечении ХОБЛ, реабилитационных мероприятиях. Повторные операции для прекращения сброса воздуха не проводились. Альвеолоплевральные свищи закрываются всегда, даже если для этого необходимо несколько недель (Brunelli A. et al., 2013, Горбунков С.Д. и соавт., 2017).

Глава 5

Прогнозирование послеоперационной функции лёгких

5.1 Дооперационная оценка и прогнозирование результатов

Представленные в этом разделе данные основаны на результатах предоперационного и послеоперационного функционального обследования 87 пациентов, перенесших различные варианты анатомических резекций лёгкого от лобэктомии до пневмонэктомии. Выделены группы больных по удаляемой доле и объёму резекции, по степени тяжести хронической обструктивной болезни лёгких, по варианту хирургического доступа. Расчёт прогнозируемых послеоперационных результатов проводился, как сказано в главе 2, по формуле Brunelli et al. Для определения степени отклонения прогнозируемого значения от исходного нами предложено использование коэффициента изменения, расчет которого производился по формуле

$$k = \frac{a-b}{a},$$

где k – это коэффициент точности прогнозирования; a – исходное значение; b – прогнозируемое послеоперационное значение. То есть, коэффициент точности прогнозирования (k) вычислялся как отношение разницы (Δ) между исходным и прогнозируемым послеоперационным значением к исходному значению. Чем коэффициент k был меньше, тем менее выраженными планировались изменения (снижение) показателей, характеризующих дыхательную функцию в послеоперационном периоде.

Правое легкое

Наиболее частым оперативным вмешательством была верхняя лобэктомия справа ($n=21$, 24%).

Результаты дооперационного обследования и прогнозируемые значения, а также коэффициент изменения параметра представлены в таблице 9.

Таблица 9. Средние значения основных функциональных показателей до операции и средние прогнозируемые послеоперационные значения после верхней лобэктомии справа

Показатель	До операции	Прогнозирование	$\Delta(n)$	Коэффициент изменения
ЖЕЛ (%)	79,4	66,7	12,7	0,16
ОФВ1 (%)	74,6	62,5	12,1	0,16
DLCO (%)	68,5	57,1	18,6	0,17
VO ₂ max (мл/кг/мин)	14,1	11,7	2,4	0,17
6MWT (м)	510	420	90	0,18
Лестничная проба (сек)	11	12,76	1,76	0,16

Как видно из результатов, представленных в таблице 9, хирургическое вмешательство в объёме верхней лобэктомии справа должно привести к умеренному снижению функции внешнего дыхания. Такое знание, если оно окажется точным, позволяет на предоперационном этапе оценить функциональное влияние объема резекции легкого.

Аналогично произведён подсчёт усреднённых показателей исследуемых параметров функции внешнего дыхания (таблица 10) до операции и сопоставление с прогнозируемыми значениями у пациентов, перенесших нижнюю лобэктомию справа (n=15, 17%).

Таблица 10. Средние показатели до операции и средние прогнозируемые послеоперационные результаты при нижней лобэктомии справа

Показатель	До операции	Прогнозирование	$\Delta(n)$	Коэффициент изменения
ЖЕЛ (%)	82,3	70	12,3	0,15
ОФВ1 (%)	76,1	56,3	19,8	0,26

DLCO (%)	73,4	54,4	19	0,26
VO ₂ max (мл/кг/мин)	12,8	9,5	3,3	0,26
6MWT (м)	480	350	130	0,27
Лестничная проба (сек)	10	12,6	2,6	0,26

Наиболее щадящей операцией по отношению к предполагаемой функциональной потере является средняя лобэктомия. У части пациентов с центральным компонентом в просвете среднедолевого бронха и ателектазированной долей или сегментом прогнозируемое значение было практически идентичным дооперационному значению. В данную группу вошли 8 больных (9%). Результаты представлены в таблице 11.

Таблица 11. Средние показатели до операции и средние прогнозируемые послеоперационные результаты при средней лобэктомии справа

Показатель	До операции	Прогнозирование	Δ(n)	Коэффициент изменения
ЖЕЛ (%)	89,2	83,6	5,6	0,06
ОФВ1 (%)	83,5	70,9	12,6	0,15
DLCO (%)	79,4	67,5	11,9	0,15
VO ₂ max (мл/кг/мин)	13,2	11,2	2	0,15
6MWT (м)	520	470	50	0,1
Лестничная проба (сек)	9	9,9	0,9	0,1

Наиболее травматичной операцией в лёгочной хирургии является пневмонэктомия. Процент послеоперационной летальности по данным различных крупных исследований достигает 10%. Частота послеоперационных осложнений - от 20 до 80%. Расчёт послеоперационной

функции по формуле Brunelli et al. показывает значимое прогнозируемое снижение функции внешнего дыхания. Именно в этой группе больных частота сопутствующей патологии максимальна. Нередко кандидатам на пневмонэктомию отказывают в операции ввиду функциональной неоперабельности. Результаты обследования пациентов, перенесших правостороннюю пневмонэктомию (n=5, 6%), в сопоставлении с прогнозируемыми значениями представлены в таблице 12.

Таблица 12. Средние показатели до операции и средние прогнозируемые послеоперационные результаты при пневмонэктомии справа

Показатель	До операции	Прогнозирование	$\Delta(n)$	Коэффициент изменения
ЖЕЛ (%)	72,2	33,9	38,3	0,53
ОФВ1 (%)	68,6	32,2	36,4	0,53
DLCO (%)	63,8	30,1	33,7	0,53
VO ₂ max (мл/кг/мин)	10,3	4,8	5,5	0,53
6MWT (м)	450	210	240	0,53
Лестничная проба (сек)	12	17,8	5,8	0,48

Из таблицы следует, что пневмонэктомия справа должна сопровождаться существенным ухудшением функции дыхания по всем анализируемым параметрам, характеризующим как степень бронхиальной обструкции, так и качество газообмена, выполнение нагрузочных тестов. По большинству параметров, например, ОФВ1, прогноз снижения среднего значения составил более 50% от исходного уровня.

Левое легкое

Верхняя доля левого лёгкого обладает большим функциональным объёмом по сравнению с верхней долей правого лёгкого за счет язычковых сегментов, что должно сопровождаться более значимым снижением

функциональных параметров при расчёте прогнозируемых значений функции дыхания по формуле Brunelli et al.. Таких больных было 16 (18%). Расчётные показатели представлены в таблице 13.

Таблица 13. Средние показатели до операции и средние прогнозируемые послеоперационные результаты при верхней лобэктомии слева

Показатель	До операции	Прогнозирование	$\Delta(n)$	Коэффициент изменения
ЖЕЛ (%)	82,1	60,8	21,3	0,26
ОФВ1 (%)	79,1	58,5	20,6	0,26
DLCO (%)	79,3	58,7	20,6	0,26
VO ₂ max (мл/кг/мин)	13,7	10,1	3,6	0,26
6МWT (м)	540	400	140	0,26
Лестничная проба (сек)	9	11,6	2,6	0,29

Из таблицы 13 следует, что удаление верхней доли слева прогностически более неблагоприятно с функциональной точки зрения, чем верхней доли справа. Так, коэффициент изменения уровня ОФВ 1 после левосторонней верхней лобэктомии составил 0,26, а после правосторонней верхней лобэктомии – 0,16. Такая же тенденция имеет место в отношении других параметров и нагрузочных тестов.

Группа пациентов, перенесших анатомическую резекцию в объёме нижней лобэктомии слева, сопоставима по доле прогнозируемой функциональной потери с верхнедолевыми резекциями слева по причине анатомической однородности объёма нижней и верхней доли левого лёгкого. Таких больных было 14 (16%) Средние показатели оценки до операции и расчёта прогнозируемых значений представлена в таблице 14.

Таблица 14. Средние показатели до операции и средние прогнозируемые послеоперационные результаты при нижней лобэктомии слева

Показатель	До операции	Прогнозирование	$\Delta(n)$	Коэффициент изменения
ЖЕЛ (%)	92,3	68,3	24	0,26
ОФВ1 (%)	81,7	60,5	21,2	0,26
DLCO (%)	80,4	59,5	20,9	0,26
VO ₂ max (мл/кг/мин)	13,6	10,1	3,5	0,26
6MWT (м)	520	400	120	0,23
Лестничная проба (сек)	9	11,8	2,8	0,31

Существуют различные классификации количества сегментов в левом легком. С хирургической точки зрения в левом лёгком различают 8 или 9 сегментов из-за общего устья верхушечно-заднего сегмента (S1-2), а также, как иногда принято считать, отсутствия 7 сегментарного бронха. Формула Brunelli et al подразумевает общее количество сегментов обоих лёгких как 19 (10 в правом лёгком и 9 в левом), несмотря на достаточно большой анатомический объём верхушечно-заднего сегмента верхней доли левого лёгкого. В связи с этим, объём удаляемой лёгочной паренхимы, а следовательно и объём функциональных потерь после хирургической резекции левого лёгкого в объёме пневмонэктомии несколько ниже по сравнению с пневмонэктомией справа, хотя остается достаточно значимым. В данную группу вошли 8 пациентов (10%). Результаты обследования представлены в таблице 15.

Таблица 15. Средние показатели до операции и средние прогнозируемые послеоперационные результаты при пневмонэктомия слева

Показатель	До операции	Прогнозирование	$\Delta(n)$	Коэффициент изменения
ЖЕЛ (%)	79,9	41,5	38,4	0,48
ОФВ1 (%)	77,1	38,8	38,3	0,51
DLCO (%)	73,8	34,5	39,3	0,52
VO ₂ max (мл/кг/мин)	9,7	4,6	5,1	0,53
6MWT (м)	490	250	240	0,49
Лестничная проба (сек)	9,5	14,6	5,1	0,54

5.2 Функциональные результаты оперативного лечения

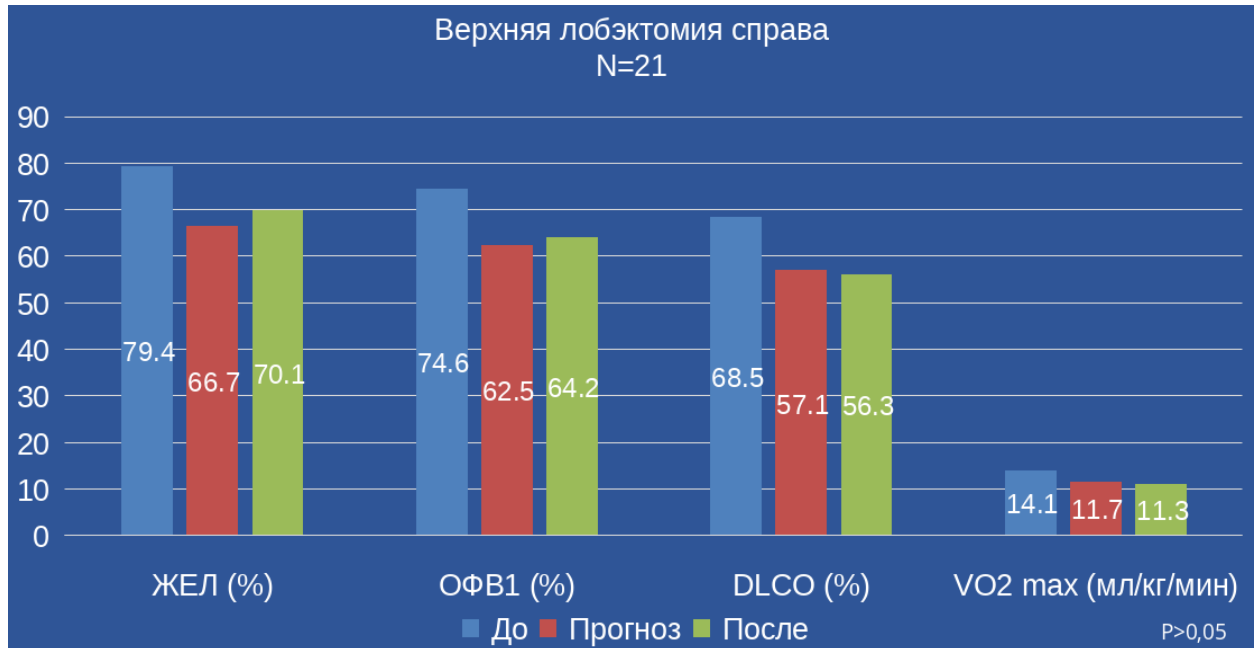
В этом разделе работы проведено сопоставление прогнозируемых значений основных функциональных параметров с реальными значениями, полученными у больных через 6-18 месяцев после хирургического вмешательства.

5.2.1. Сравнение результатов функциональных исследований до и после лоб- и пневмонэктомий.

При анализе пациентов, перенесших верхнюю лобэктомию справа, нами отмечена высокая прогностическая ценность формулы Brunelli A. et al., так как прогнозируемые и реальные значения оказались в высокой степени сопоставимы. Результаты представлены на диаграммах 1 и 2. Отмечается незначительное занижение ппоЖЕЛ - на -3,4% по сравнению с реальным послеоперационным значением. Та же ситуация и с уровнем ппоОФВ1 – разница -1,7%. При сравнении ппоDLCO с реальным послеоперационным значением получена разница +0,8%, то есть прогнозируемое значение ппоDLCO после операции оказалось на 0,8% от должного больше, чем

реальное. Уровень $\text{pVO}_2 \text{ max}$ и реальное значение $\text{VO}_2 \text{ max}$ после операции также не различались существенно (-0,4 мл/кг/мин).

Диаграмма 1. Прогнозируемые и реальные значения спирометрии, DLCO и лабораторного КРНТ пациентов, перенесших верхнюю лобэктомию справа



Мы не нашли в литературе данных о возможности применения формулы Brunelli et al. при расчёте прогнозируемых значений результатов нелабораторного КРНТ. Полученные нами результаты сопоставления прогнозируемых и реальных значений нелабораторных нагрузочных тестов после верхней лобэктомии справа представлены на диаграмме 2.

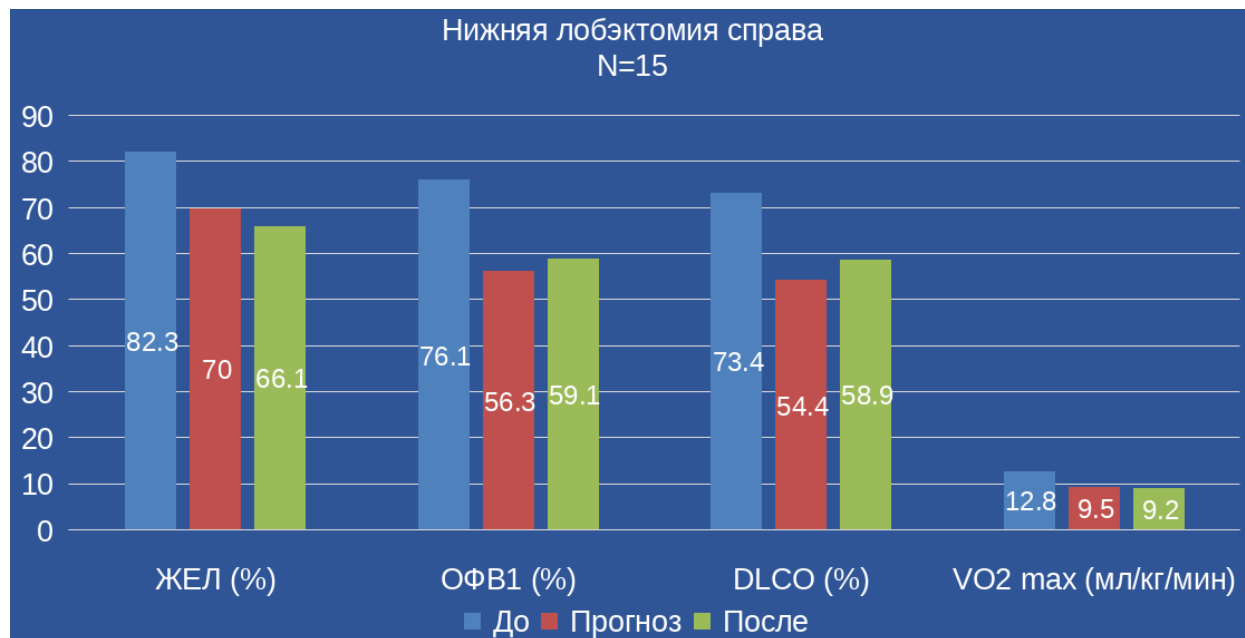
Диаграмма 2. Прогнозируемые и реальные значения нелабораторного КРНТ пациентов, перенесших верхнюю лобэктомию справа



Так, разница в прогнозируемом количестве метров, пройденных за 6 минут, в сравнении с реальными послеоперационными значениями составила лишь +30 метров в пользу реального значения. Количество секунд, затраченных на выполнение лестничной пробы, также оказалось сопоставимым с незначительной разницей в +0,24 сек.

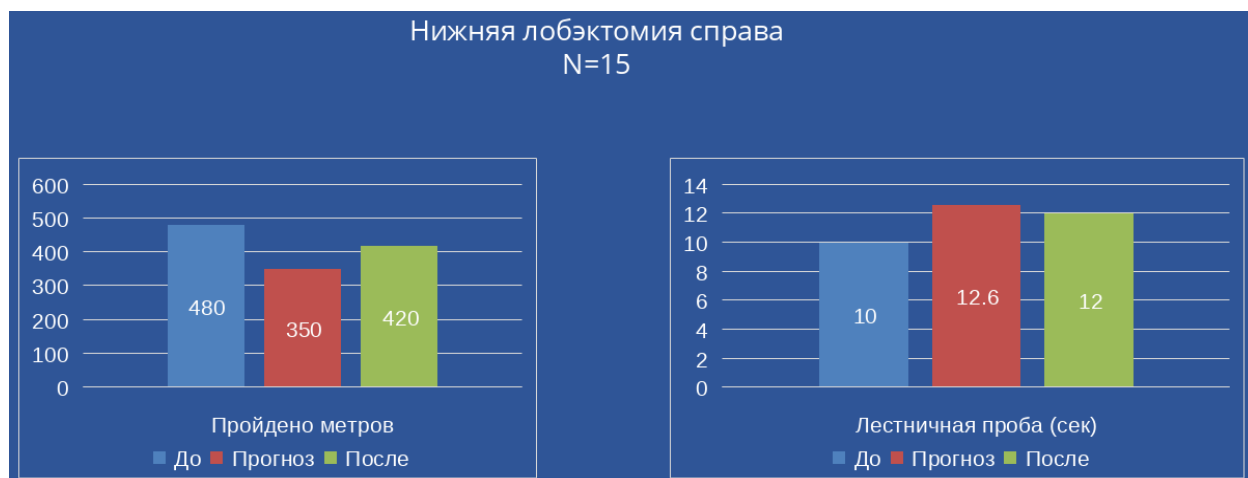
Сопоставление результатов прогнозируемых и реальных послеоперационных результатов у пациентов, перенесших нижнюю лобэктомию справа (диаграмма 3), показало несколько меньшую точность прогноза по сравнению с верхней лобэктомией справа. Разница здесь составила от -4,5% до +3,9%, что, в целом, также является довольно точным результатом.

Диаграмма 3. Прогнозируемые и реальные значения спирометрии, DLCO и лабораторного КРПТ пациентов, перенесших нижнюю лобэктомию справа



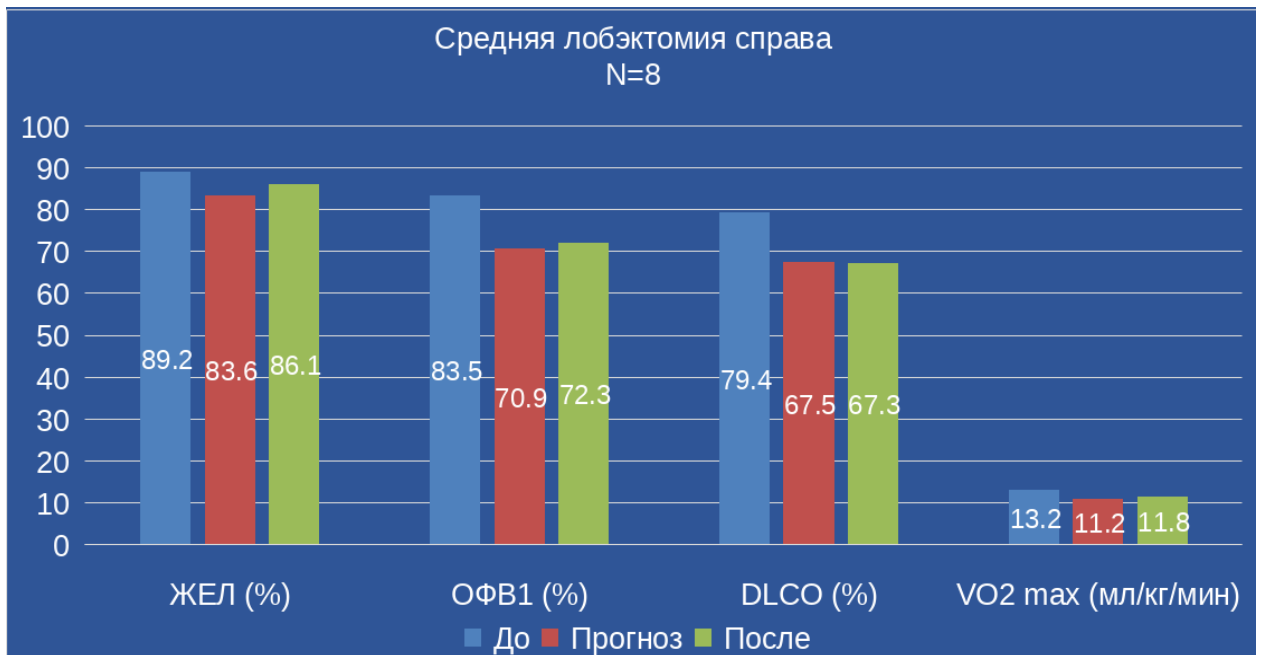
Прогнозирование количества пройденных метров за 6 минут после нижней лобэктомии справа также оказалось менее точным в сторону занижения результатов (-70 метров) (диаграмма 4). Хотя реальное время, затраченное на лестничную пробу, было вполне сопоставимым с прогнозируемым значением (-0,6 сек).

Диаграмма 4. Прогнозируемые и реальные значения нелабораторного КРНТ пациентов, перенесших нижнюю лобэктомию справа



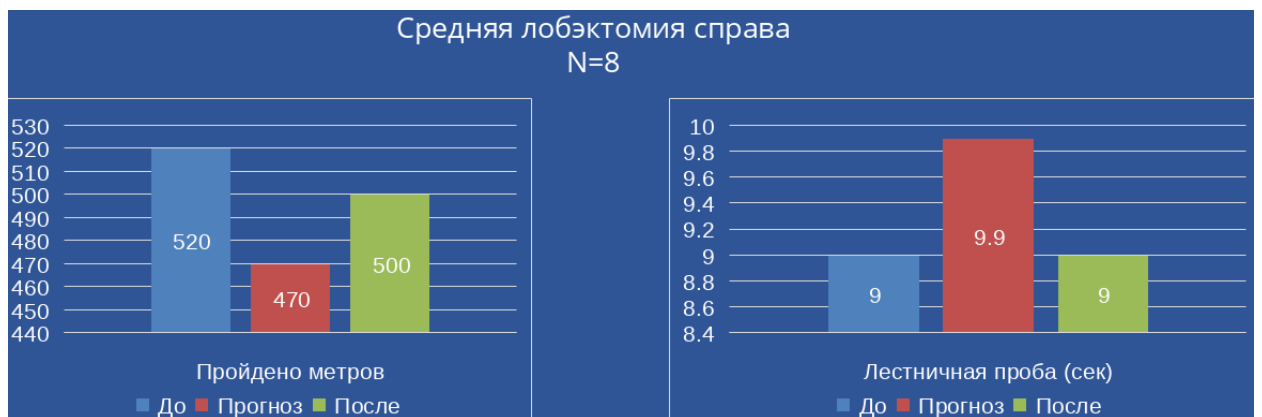
В группе пациентов, перенесших среднюю лобэктомию, оказались наиболее сопоставимые результаты предоперационного обследования и реальных данных. Разница между ппЖЕЛ и реальным средним значением ЖЕЛ после операции составила +2,5%. Разница между ппо ОФВ1 и реальным послеоперационным значением составила +1,4%. Различия в уровне максимального потребления кислорода ($VO_2 \max$) были минимальными - +0.6 мл/кг/мин, что позволяет судить о высокой прогностической ценности формулы Brunelli et al применительно к лабораторному КРНТ.

Диаграмма 5. Прогнозируемые и реальные значения спирометрии, DLCO и лабораторного КРНТ пациентов, перенесших среднюю лобэктомию справа



Прогнозируемое количество пройденных за 6 минут метров было лишь на 30 м меньше, чем реальный результат (диаграмма 6). Время, затраченное на лестничную пробу до и после оперативного лечения, не изменилось и составило 9 сек, тогда как прогнозируемое значение было всего на +0,9 сек выше.

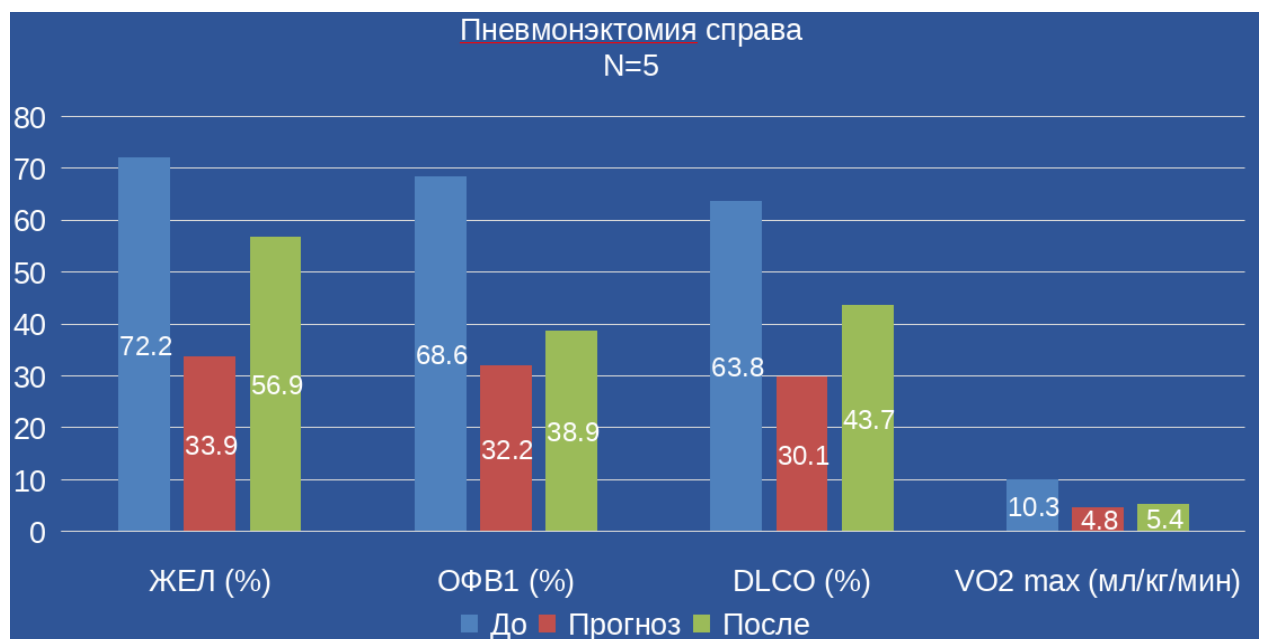
Диаграмма 6. Прогнозируемые и реальные значения нелабораторного КРНТ у пациентов, перенесших среднюю лобэктомию справа



Оценивая прогнозируемые значения, полученные до пневмонэктомии справа в сравнении с реальным послеоперационными данными, мы столкнулись с низкой прогностической ценностью формулы Brunelli et al.

(диаграмма 7). Прогнозируемый уровень ЖЕЛ был на целых 23% ниже, чем реальное значение после операции. Уровень ппо ОФВ1 также оказался ниже реального значения на 6,7%. Формула значимо занижала и уровень DLCO по сравнению с реальным на 13,7%. Уровень VO2 max оказался сопоставим с разницей 0,6 мл/кг/мин, но опять же в сторону занижения прогнозируемых значений.

Диаграмма 7. Прогнозируемые и реальные значения спирометрии, DLCO и лабораторного КРНТ пациентов, перенесших пневмонэктомию справа



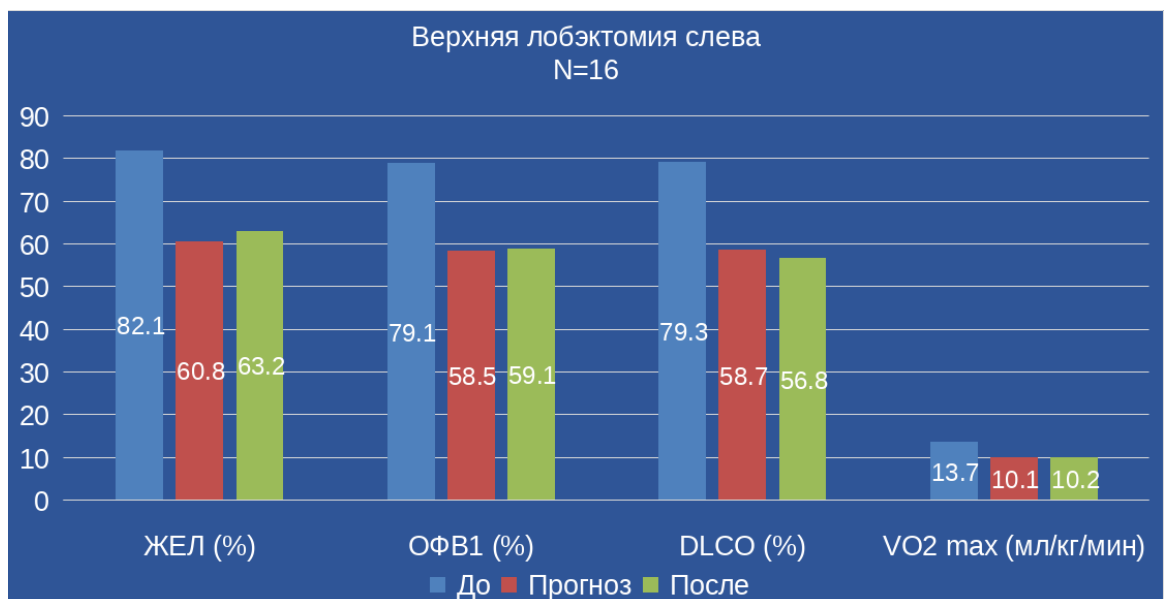
Оценивая данные нелабораторного КРНТ, мы также столкнулись со значимым занижением прогнозируемых значений по сравнению с реальными (диаграмма 8). Количество метров, пройденных за 6 минут, оказалось больше прогнозируемых на +90 метров, а время, затраченное на прохождение лестничной пробы, оказалось больше на +1,2 секунды.

Диаграмма 8. Прогнозируемые и реальные значения нелабораторного КРНТ пациентов, перенесших пневмонэктомию справа



Также, как и при сравнении результатов при верхней лобэктомии справа, получены вполне сопоставимые прогнозируемые и реальные послеоперационные значения при верхней лобэктомии слева (диаграмма 9). ПпоЖЕЛ было ниже лишь на -2,4%, ппо ОФВ1 ниже на -0,6%, ппо DLCO выше на +1,9%, чем реальные значения. Разница между ппо VO2 max и реальным послеоперационным уровнем оказалась минимальной +0,1 мл/кг/мин. Данные результаты позволяют вновь судить о хорошей прогностической ценности формулы Brunelli et al. применительно к лобэктомиям.

Диаграмма 9. Прогнозируемые и реальные значения спирометрии, DLCO и лабораторного КРНТ пациентов, перенесших верхнюю лобэктомию слева



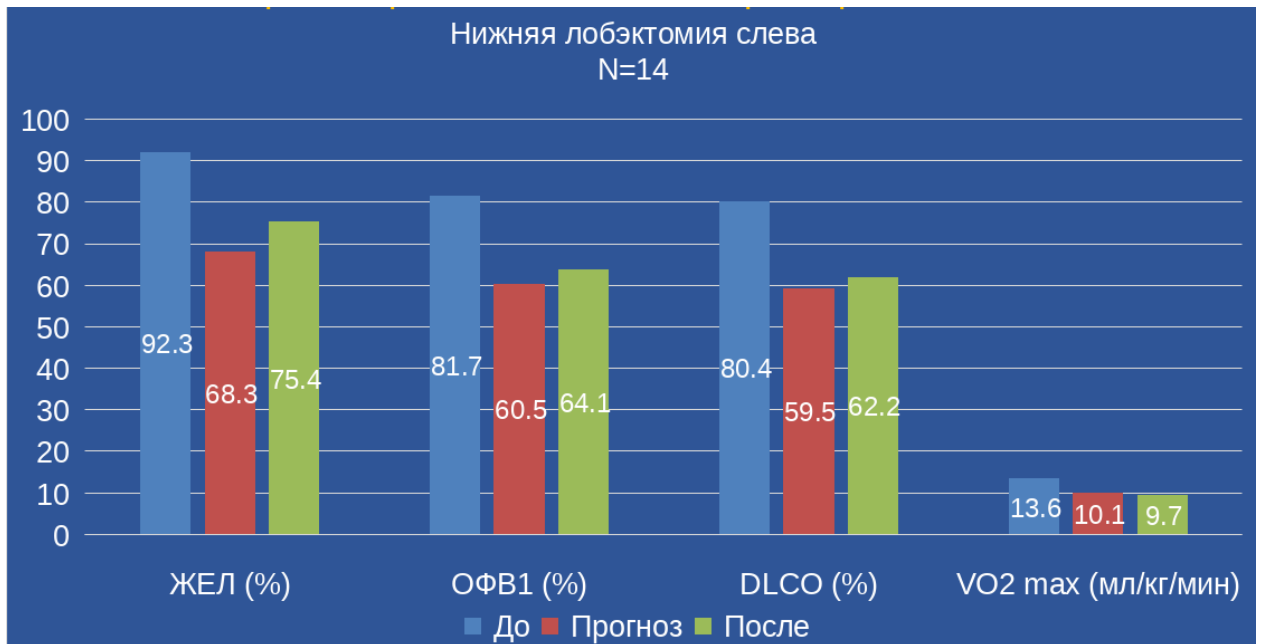
Расстояние, пройденных после операции за 6 минут, оказалось на +50 метров длиннее, чем прогнозировалось (диаграмма 10). Значение лестничной пробы практически сопоставимо с незначительной разницей в +0,4 сек.

Диаграмма 10. Прогнозируемые и реальные значения нелабораторного КРНТ пациентов, перенесших верхнюю лобэктомию слева



Сравнивая результаты прогнозируемых значений до операции и реальные значения после нижних лобэктомий слева (диаграмма 11) мы вновь столкнулись с чуть менее точным прогнозированием по сравнению с верхними лобэктомиями слева (подобные же результаты получены при сравнении правосторонних верхних и нижних лобэктомий). Прогнозируемый уровень ЖЕЛ был на -7,1% ниже реального послеоперационного. Значение по ОФВ1 было ниже реального на -3,6%. Послеоперационный уровень DLCO оказался выше на +2,7%, чем предполагалось. Разница между прогнозируемым и реальным уровнем $VO_2 \max$ составил -0,4 мл/кг/мин.

Диаграмма 11. Прогнозируемые и реальные значения спирометрии, DLCO и лабораторного КРНТ пациентов, перенесших нижнюю лобэктомию слева



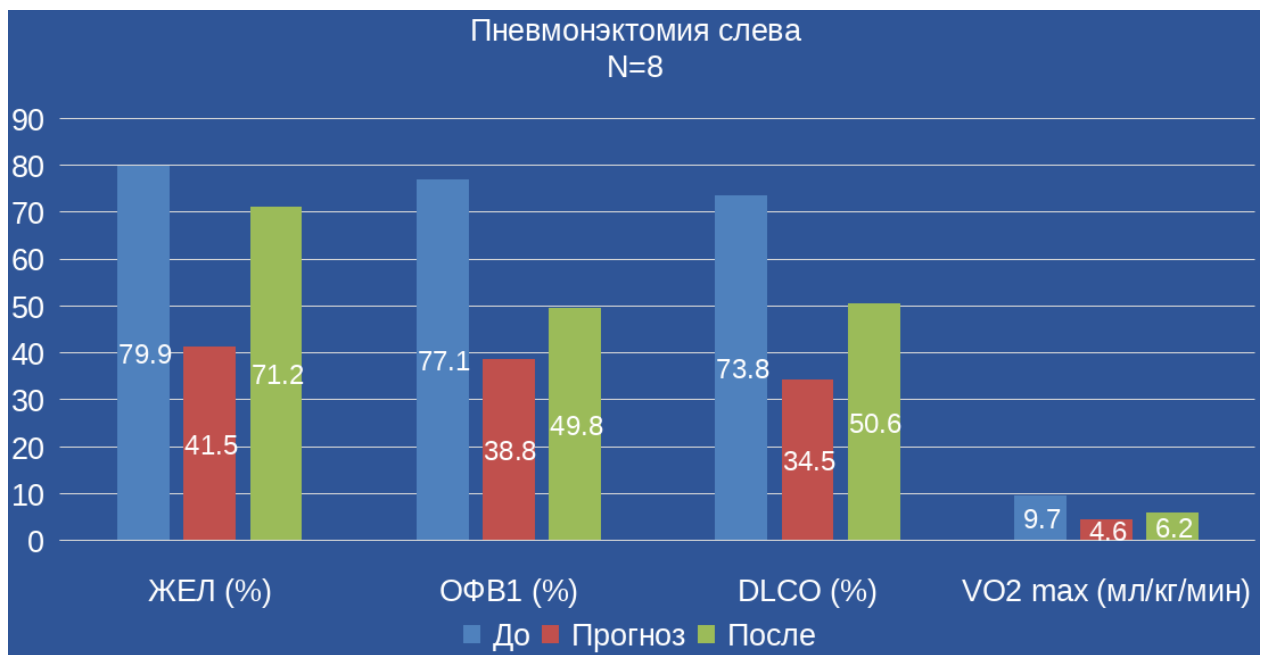
Прогнозируемые результаты нелабораторного КРНТ при нижних лобэктомиях слева оказались достаточно точными в сравнении с реальными послеоперационными значениями (диаграмма 12). Хотя спрогнозировано 400 пройденных метров в течение 6 минут, а реальное значение составило 475 метров, но время, затраченное на лестничную пробу, оказалось сопоставимым с разницей в +0,2 секунды.

Диаграмма 12. Прогнозируемые и реальные значения нелабораторного КРНТ пациентов, перенесших нижнюю лобэктомию слева



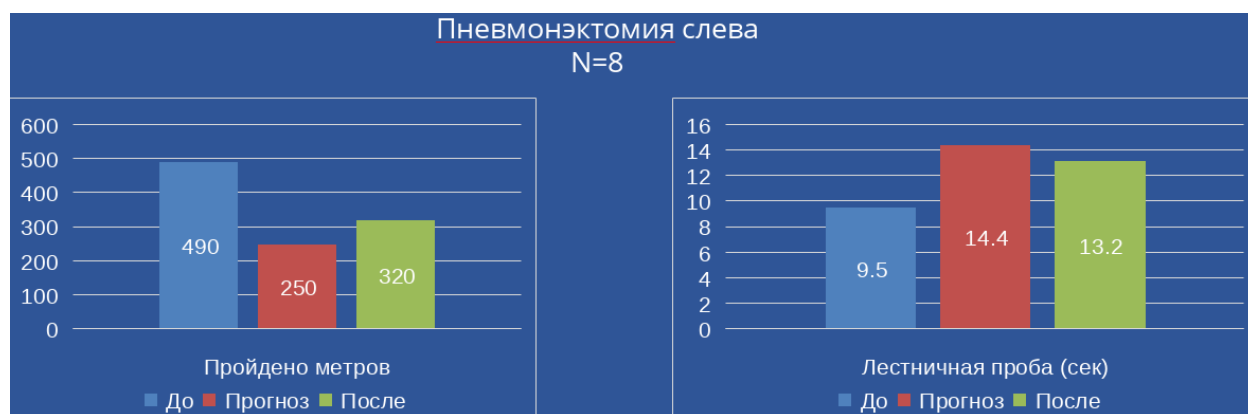
При оценке результатов обследования пациентов, перенесших оперативное вмешательство в объёме удаления всего левого лёгкого, мы столкнулись с ситуацией, похожей на результаты прогнозирования после правосторонних пневмонэктомий (диаграмма 13). Точность прогнозируемых значений оказалось значимо низкой, причем в сторону занижения по сравнению с реальными послеоперационными значениями. Так, разница в уровнях ЖЕЛ составила +29,7%, в уровнях ОФВ1 +11%, в уровнях DLCO +16,1%, в уровнях VO2 max +1,6 мл/кг/мин.

Диаграмма 13. Прогнозируемые и реальные значения спирометрии, DLCO и лабораторного КРНТ пациентов, перенесших пневмонэктомию слева



При оценке результатов нелабораторного КРНТ разница между прогнозируемым и реальным количеством пройденных за 6 минут метров составила +70 м, а длительности лестничного теста -1,2 секунды.

Диаграмма 14. Прогнозируемые и реальные значения нелабораторного КРНТ пациентов, перенесших пневмонэктомию слева



В целом можно отметить достаточно высокую точность прогнозирования всех анализируемых параметров применительно к лобэктомиях, особенно верхним. В то же время точность прогнозирования функциональных значений после пневмонэктомий оказалась довольно низкой, причем прогнозируемые значения были, в большинстве случаев, значительно ниже реальных значений.

5.2.2. Динамика значений основных функциональных показателей у больных с сопутствующей ХОБЛ.

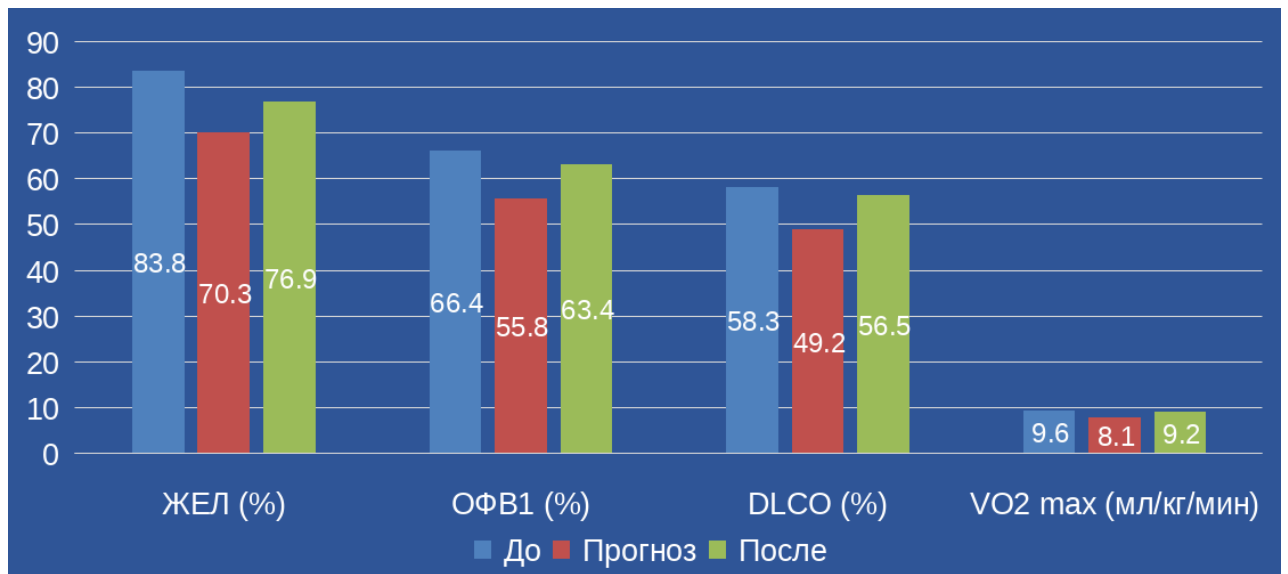
Для оценки влияния степени тяжести сопутствующей ХОБЛ на точность прогнозирования послеоперационных значений функциональных параметров среди пациентов, перенесших лобэктомию, были выделены пациенты с хронической обструктивной болезнью лёгких разной степени тяжести (по классификации GOLD).

Среди больных, перенесших лобэктомию, у 37 среднее значение ОФВ1 было от 50% до 80%, а индекс Тиффно - ниже 70%, что соответствовало диагнозу ХОБЛ средней степени тяжести (GOLD II).

У этих пациентов прогностическая точность формулы Brunelli et al оказалась невысока (диаграмма 15). Прогнозируемые значения занижали реальные результаты, полученные после оперативных вмешательств. Разница в уровне ЖЕЛ составила +6,6%, ОФВ1 +7,6%, DLCO +7,3%, VO2 max +1,1

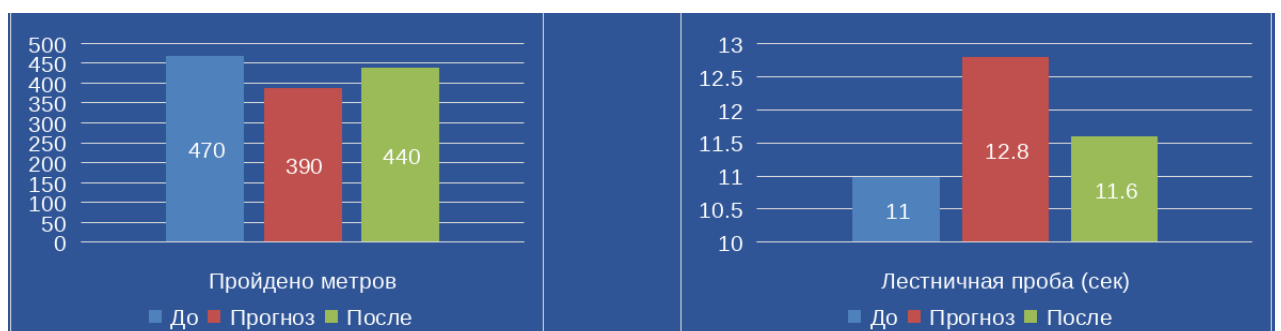
мл/кг/мин, что существенно больше, чем у всех больных, перенесших лобэктомии. К примеру, у больных, перенесших верхнюю лобэктомию справа, независимо от наличия или отсутствия ХОБЛ, средняя разница исследуемых значений составила: ЖЕЛ +3,4%, ОФВ1 +1,7%, DLCO -0,8%, VO2 max -0,4 мл/кг/мин.

Диаграмма 15. Прогнозируемые и реальные значения спирометрии, DLCO и лабораторного КРНТ у пациентов с ХОБЛ GOLD II, перенесших лобэктомию



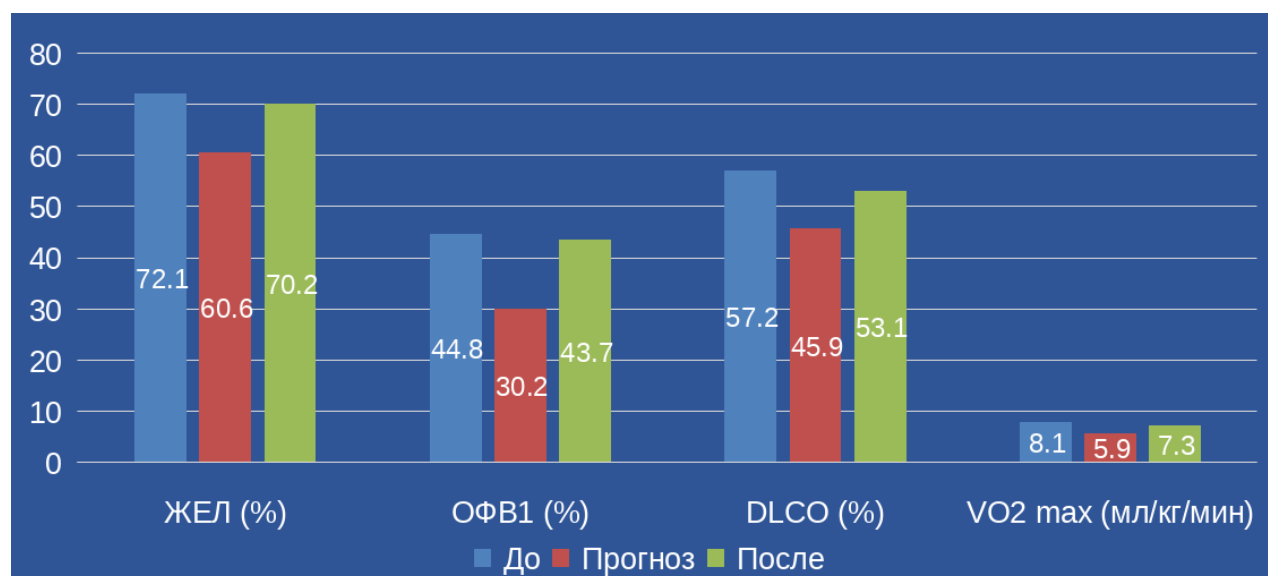
Прогнозируемое количество пройденных за 6 минут метров также оказались ниже реального значения на 50 метров (диаграмма 16). Время, затраченное на прохождение лестничной пробы после операции, оказалось на 1,2 секунды ниже прогнозируемой.

Диаграмма 16. Прогнозируемые и реальные значения нелабораторного КРНТ у пациентов с ХОБЛ GOLD II, перенесших лобэктомию



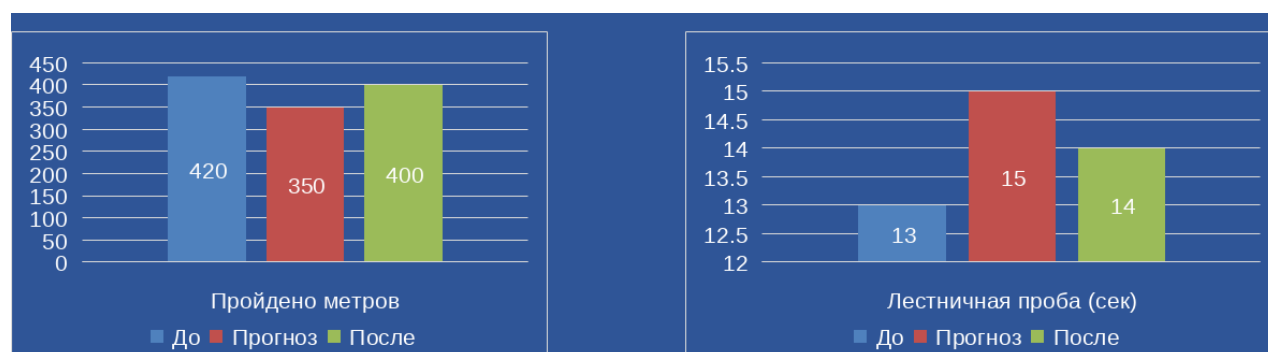
Аналогичные результаты получены у 14 больных с ХОБЛ GOLD III (тяжёлой степени тяжести, среднее значение ОФВ1 было от 30% до 50%), тенденция к снижению прогностической ценности сохранялась (диаграмма 17). Разница между прогнозируемым и реальным уровнем ЖЕЛ составила +9,6%, ОФВ1 +13,5%, DLCO +7,2%, VO2 max +1,4 мл/кг/мин.

Диаграмма 17. Прогнозируемые и реальные значения спирометрии, DLCO и лабораторного КРНТ у пациентов с ХОБЛ GOLD III, перенесших лобэктомии



Прогнозируемое расстояние, пройденное за 6 минут, также оказалось меньше реального на 50 метров. Время, затраченное на прохождение лестничной пробы после операции, на 1 секунду ниже прогнозируемого значения.

Диаграмма 18. Прогнозируемые и реальные значения нелабораторного КРНТ у пациентов с сопутствующей ХОБЛ GOLD III, перенесших лобэктомии



С целью оценки точности прогнозирования послеоперационных результатов, произведено сопоставление разницы (Δ) между реальными и прогнозируемыми показателями функции внешнего дыхания, рассчитанными по формуле Brunelli A. et al., (таблица 16). Наибольшая точность прогнозирования имеет место при значении Δ приближающегося к 0. Увеличение разницы показателей у пациентов с ХОБЛ GOLD II указывает на меньшую степень точного прогнозирования результатов с использованием формулы Brunelli A. et al.

Таблица 16. Сравнение разницы прогнозируемых и реальных послеоперационных показателей у пациентов с ХОБЛ GOLD II и пациентов без учёта степени ХОБЛ.

Исследуемые показатели	Δ между прогнозируемыми и реальными послеоперационными значениями		
	ХОБЛ GOLD II	без учёта степени ХОБЛ	Уровень p
ЖЕЛ (%)	+6,6	+3,4	<0,05
ОФВ1 (%)	+7,6	+1,7	<0,05
DLCO (%)	+7,3	-0,8	<0,05
VO2 max (мл/кг/мин)	+1,1	-0,4	<0,05
6 минутный тест (м)	+50	+30	>0,05
Лестничный тест (с)	-1,2	-0,24	<0,05

В таблице 17 аналогично сопоставлены значения разницы (Δ) между реальными и прогнозируемыми показателями функции внешнего дыхания, рассчитанными по формуле Brunelli A. et al., у пациентов с ХОБЛ GOLD III и без учёта степени ХОБЛ. С увеличением степени тяжести сопутствующей ХОБЛ получено ещё большее отклонение разницы исследуемых значений, что указывает на обратнорпропорциональную взаимосвязь между степенью тяжести течения ХОБЛ и снижением точности прогнозирования послеоперационных значений.

Таблица 17. Сравнение разницы прогнозируемых и реальных послеоперационных показателей у пациентов с ХОБЛ GOLD III и пациентов без учёта степени ХОБЛ.

Исследуемые показатели	Δ между прогнозируемыми и реальными послеоперационными значениями		
	ХОБЛ GOLD III	без учёта степени ХОБЛ	Уровень р
ЖЕЛ (%)	+9,6	+3,4	<0,05
ОФВ1 (%)	+13,5	+1,7	<0,05
DLSO (%)	+7,2	-0,8	<0,05
VO2 max (мл/кг/мин)	+1,4	-0,4	<0,05
6 минутный тест (м)	+50	+30	>0,05
Лестничный тест (с)	-1	-0,24	<0,05

Согласно полученным результатам, наличие ХОБЛ GOLD II и GOLD III отрицательно влияет на точность прогнозирования функции дыхания, результатов лабораторного и нелабораторного КРНТ. Причем прогнозируемые значения у больных с сопутствующей ХОБЛ будут значимо ниже, чем реальные послеоперационные значения.

Для объективизации точности прогнозирования нами предложен коэффициент точности прогнозирования (k), вычисляемый как отношение разницы (Δ) между прогнозируемыми и реальными послеоперационными значениями к прогнозируемому значению.

$$k = \frac{a-b}{a}$$

где k – это коэффициент точности прогнозирования; a – это прогнозируемое послеоперационное значение; b – это реальное послеоперационное значение.

В таблице 18 приведено сравнение коэффициента точности прогнозирования в группе пациентов с ХОБЛ GOLD II, где формула Brunelli A. et al. показала себя менее точной по сравнению с группой пациентов без ХОБЛ. При сравнении данных мы получили, что значения коэффициента в группе без ХОБЛ были значительно ниже значений в группе с ХОБЛ GOLD II.

Таблица 18. Сравнение коэффициента точности прогнозирования у пациентов с ХОБЛ GOLD II и пациентов без ХОБЛ.

Исследуемые показатели	Коэффициент (k) точности прогнозирования		
	ХОБЛ GOLD II	без ХОБЛ	Уровень p
ЖЕЛ	0,09	0,05	>0,05
ОФВ1	0,14	0,02	<0,05
DLSO	0,15	0,01	<0,05
VO2 max	0,14	0,03	<0,05
6 минутный тест	0,13	0,07	<0,05
Лестничный тест	0,09	0,02	>0,05

При сравнении коэффициента точности прогнозирования в группе больных с ХОБЛ тяжёлой степени тяжести и пациентов без ХОБЛ (таблица 19) мы обнаружили ещё большую разницу значений коэффициента в группе с ХОБЛ.

Таблица 19. Сравнение коэффициента точности прогнозирования у пациентов с ХОБЛ GOLD III и пациентов без ХОБЛ.

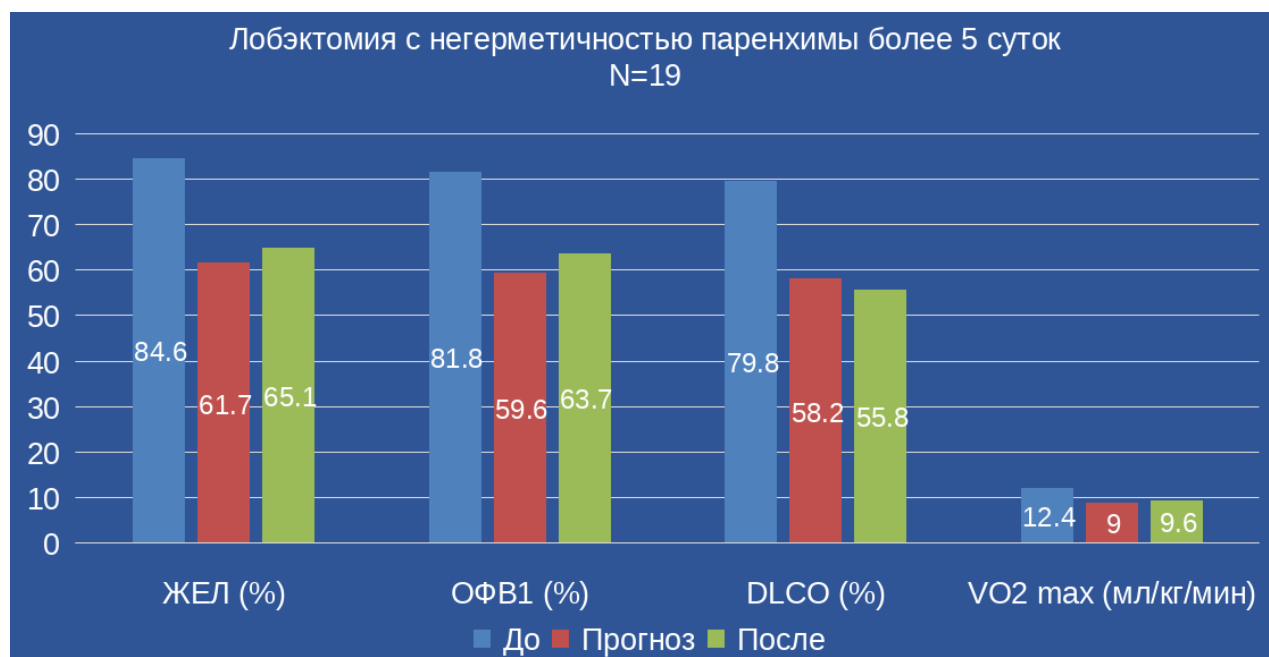
Исследуемые показатели	Коэффициент (к) точности прогнозирования		
	ХОБЛ GOLD III	без ХОБЛ	Уровень р
ЖЕЛ	0,16	0,05	<0,05
ОФВ1	0,44	0,02	<0,05
DLCO	0,16	0,01	<0,05
VO2 max	0,24	0,03	<0,05
6 минутный тест	0,14	0,07	<0,05
Лестничный тест	0,06	0,02	<0,05

5.2.3. Оценка точности прогнозирования функциональных параметров у пациентов с длительной негерметичностью лёгких.

Представлены результаты до- и послеоперационного функционального обследования, а также прогнозируемые послеоперационные результаты у 19 больных, у которых после проведения лобэктомии имела место негерметичность легочной паренхимы длительностью более 5 суток после операции (max=26 суток) (диаграмма 19).

Разница между прогнозируемым и реальным значением ЖЕЛ составила +3,4%, ОФВ1 - +4,1%, DLCO - -2,4%, VO2 max - +0.6 мл/кг/мин.

Диаграмма 19. Прогнозируемые и реальные значения спирометрии, DLCO и лабораторного КРНТ у пациентов с длительной негерметичностью лёгочной паренхимы (более 5 суток) после лобэктомии.



При оценке результатов нелабораторного КРНТ разница прогноза и реального количества пройденных метров за 6 минут составила +70 м, при лестничном тесте -0,7 сек (диаграмма 20).

Диаграмма 20. Прогнозируемые и реальные значения нелабораторного КРНТ у пациентов с длительной негерметичностью лёгочной паренхимы (более 5 суток) после лобэктомии



В таблице 20 представлены результаты сравнения коэффициента точности прогнозирования у больных с длительной негерметичностью

паренхимы легких после лобэктомий и у пациентов без длительной негерметичности легкого.

Таблица 20. Сравнение коэффициента точности прогнозирования у пациентов с длительной негерметичностью лёгочной паренхимы (более 5 суток) и у пациентов без данного осложнения после лобэктомий.

Исследуемые показатели	Коэффициент (k) точности прогнозирования		
	Длительная негерметичность лёгкого	Без длительной негерметичности	Уровень p
ЖЕЛ	0,06	0,05	>0,05
ОФВ1	0,07	0,02	>0,05
DLCO	0,04	0,01	>0,05
VO2 max	0,07	0,03	>0,05
6 минутный тест	0,18	0,07	<0,05
Лестничный тест	0,06	0,02	>0,05

Из таблицы следует, что развитие длительной негерметичности легочной паренхимы после лобэктомии не влияет статистически достоверно на точность прогнозирования функциональных результатов в отдаленные сроки после операции. Единственный показатель, прогноз которого оказался значимо неточен - количество метров, пройденных за 6 минут. Но так как прогностическое значение оказалось ниже, чем реальное, влияние длительной негерметичности на эту неточность прогнозирования вряд ли имело место.

В таблице 21 представлена разница между прогнозируемыми и реальными значениями основных функциональных показателей и больных с длительной негерметичностью легочной паренхимы и без нее.

Таблица 21. Сравнение разницы прогнозируемых и реальных послеоперационных показателей у пациентов с длительной негерметичностью

лёгочной паренхимы (более 5 суток) и у пациентов без длительной негерметичности.

Исследуемые показатели	Δ между прогнозируемыми и реальными послеоперационными значениями		
	Длительная негерметичность лёгкого	Без длительной негерметичности	Уровень р
ЖЕЛ (%)	+3,4	+3,4	>0,05
ОФВ1 (%)	+4,1	+1,7	>0,05
DLCO (%)	-2,4	-0,8	>0,05
VO2 max (мл/кг/мин)	+0,6	-0,4	>0,05
6 минутный тест (м)	+70	+30	>0,05
Лестничный тест (с)	-0,7	-0,24	>0,05

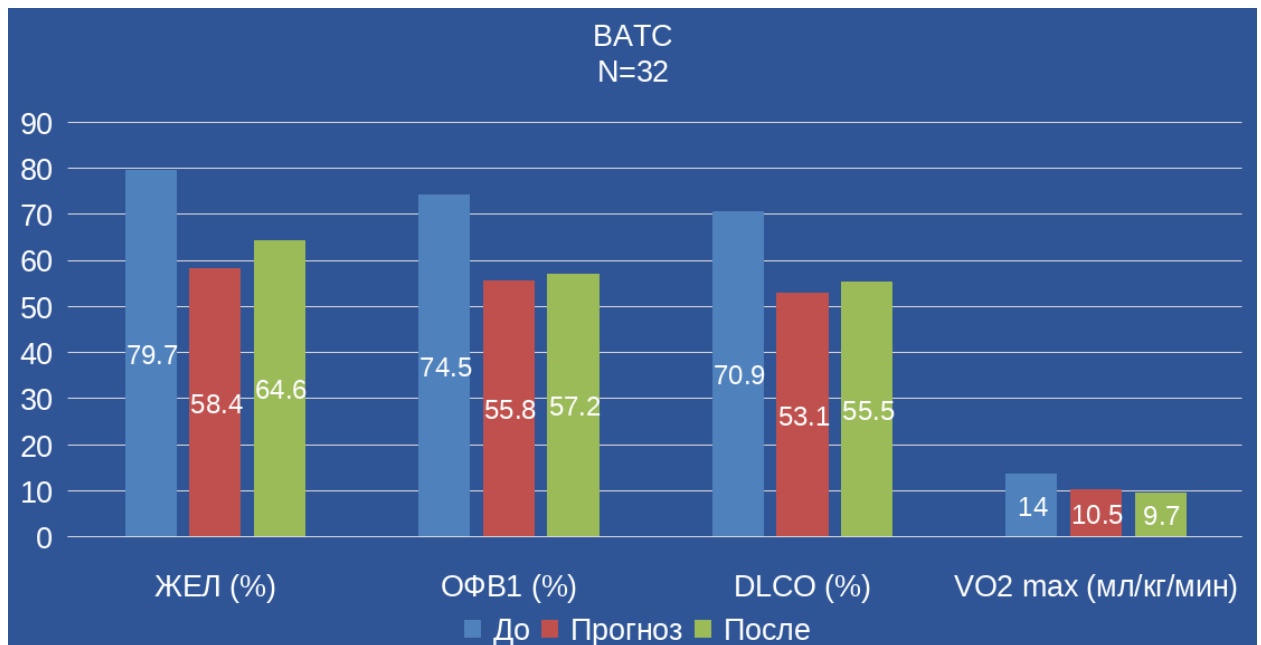
Таким образом, длительная негерметичность лёгкого после операции не является фактором, влияющим на качество прогнозирования послеоперационной функции дыхания. Некоторая тенденция к умеренному занижению прогнозируемых значений по сравнению с реальными, вероятнее всего, связана с более низким средним значением уровней ОФВ1 и DLCO у этих больных, что было показано в главе 3.

5.2.4. Влияние доступа (торакоскопия и торакотомия) на функцию дыхания и точность ее прогнозирования

Принято считать, что применение малоинвазивных технологий в торакальной хирургии позволяет сохранить функцию внешнего дыхания в послеоперационном периоде за счёт уменьшения хирургической травмы.

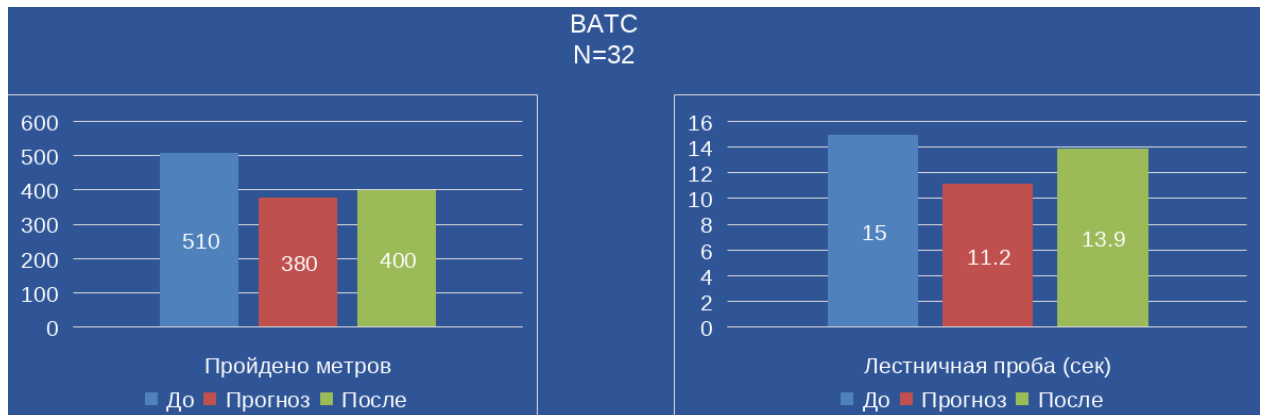
С целью проверки данного утверждения выполнено сравнение прогнозируемой и реальной функции дыхания у больных, перенесших хирургическое вмешательство торакоскопическим доступом (n=32, 40%) и у пациентов прооперированных традиционным торакотомическим доступом (n=48, 60%). Во всех наблюдениях выполнены лобэктомии.

Диаграмма 23. Прогнозируемые и реальные значения спирометрии, DLCO и лабораторного КРНТ у пациентов с торакоскопическим хирургическим доступом



В группе торакоскопии разница между реальным и прогнозируемым уровнем ЖЕЛ составила +6,2%, ОФВ1 - +1,4%, DLCO - +2,4%, VO2 max - -0.8 мл/кг/мин. То есть точность прогнозирования оказалась достаточно удовлетворительной.

Диаграмма 24. Прогнозируемые и реальные значения нелабораторного КРНТ у пациентов с торакоскопическим хирургическим доступом



Количество прогнозируемых пройденных метров оказались ниже реальных всего на 20 метров. А вот время, затраченное на прохождение лестничной пробы после операции, оказалось на 2,7 секунд выше прогнозируемой.

В группе торакотомии разница между уровнем ЖЕЛ составила +7,7%, ОФВ1 - +3,3%, DLCO -2%, VO2 max +0.9 мл/кг/мин (диаграмма 25).

Диаграмма 25. Прогнозируемые и реальные значения спирометрии, DLCO и лабораторного КРНТ у пациентов с традиционным торакотомическим хирургическим доступом

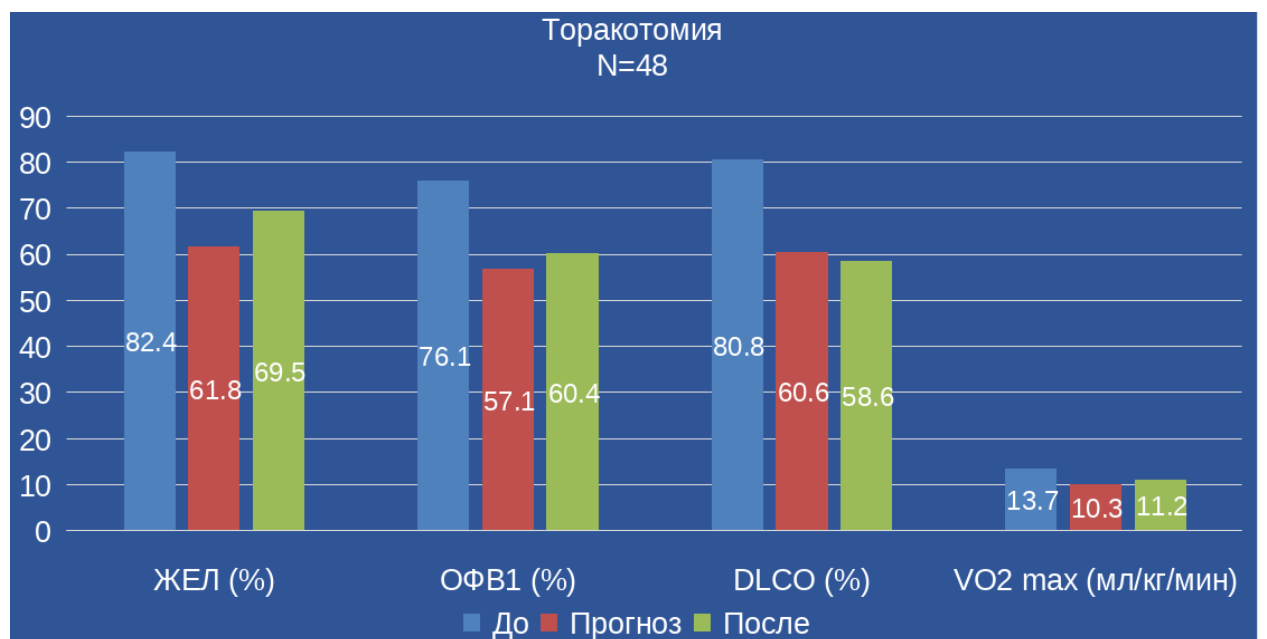


Диаграмма 26. Прогнозируемые и реальные значения нелабораторного КРНТ у пациентов с традиционным торакотомическим хирургическим доступом



Разница между прогнозируемым и реальным значением 6-минутного теста составила всего 25 метров. Прогнозируемое время, затраченное на лестничную пробу, было на 1,95 секунды больше, чем реальный результат.

В таблице 22 представлено сопоставление полученных разниц исследуемых значений в группах больных, операции у которых проведены путем торакоскопии и торакотомии. Анализ показал отсутствие значимой разницы между представленными показателями.

Таблица 22. Сравнение разницы прогнозируемых и реальных послеоперационных показателей у пациентов, оперированных торакоскопическим и торакотомическим доступом.

Исследуемые показатели	Δ между прогнозируемыми и реальными послеоперационными значениями		
	Торакоскопия	Торакотомия	Уровень р
ЖЕЛ (%)	+6,2	+7,7	>0,05
ОФВ1 (%)	+1,4	+3,3	>0,05
DLCO (%)	+2,4	-2	>0,05
VO2 max (мл/кг/мин)	+0,8	+0,9	>0,05

6 минутный тест (м)	+20	+25	>0,05
Лестничный тест (с)	+2,7	-1,95	>0,05

При сравнении коэффициента точности прогнозирования разницы между результатами исследуемых показателей мы не увидели (таблица 22).

Таблица 22. Сравнение коэффициента точности прогнозирования у пациентов прооперированных торакоскопическим и торакотомическим доступом.

Исследуемые показатели	Коэффициент (k) точности прогнозирования		
	Торакоскопия	Торакотомия	Уровень р
ЖЕЛ	0,10	0,12	>0,05
ОФВ1	0,02	0,06	>0,05
DLCO	0,05	0,03	>0,05
VO2 max	0,08	0,09	>0,05
6 минутный тест	0,05	0,07	>0,05
Лестничный тест	0,24	0,14	>0,05

Таким образом, в отношении степени снижения функции дыхания в отдаленные сроки после лобэктомий значимых преимуществ торакоскопического доступа по сравнению с торакотомией не получено, степень снижения основных показателей оказалась весьма сопоставима. Отсутствует и влияние доступа на точность прогнозирования послеоперационной функции дыхания.

Заключение

Проведён ретро- и проспективный анализ историй болезни 182 пациентов, перенесших лобэктомию или пневмонэктомию за период с 2018 по 2021 годы. 16 из 106 пациентов, у которых операция начата видеоассистированным доступом, потребовалась конверсия доступа в традиционную торакотомию - проведено сравнение течения послеоперационного периода у больных с конверсией и без (ретроспективная часть). 71 пациенту, перенесшему лобэктомию, оценен риск длительной негерметичности лёгочной паренхимы после операции (ретроспективная часть); 87 пациентам проведена оценка предоперационного и послеоперационного (через 6-18 месяцев) функционального статуса (проспективная часть).

Из 106 больных, включенных в исследование, операции завершены путем ТС у 90 (85%), у 16 пациентов (15%) потребовалась интраоперационное расширение доступа до торакотомии.

Причинами расширения доступа были: отсутствие междолевой щели – 5 (31%), ятрогенное кровотечение – 4 (25%), несоответствие КТ картины и интраоперационной ситуации – 2 (13%), внутриплевральные сращения – 2 (13%), вариантная анатомия лёгочных сосудов и бронхов - 2 (13%), инвазия лимфоузлов в магистральные сосуды – 1 (6%). Конверсии, выполненные в связи с развитием кровотечения и невозможностью остановки кровотечения путем ТС, расценены как «вынужденные» (n=4). Объем интраоперационной кровопотери у пациентов с кровотечением составлял от 200 до 1000 мл, в среднем, 650 мл. Во всех других наблюдениях решение о расширении доступа принято в связи с технической сложностью завершения операции путем ТС, то есть до развития каких-либо интраоперационных осложнений, а также для исключения чрезмерного затягивания длительности хирургического вмешательства, такие конверсии условно отнесены к «невывужденным» (n=12).

Средняя длительность операций, выполненных путем ТС, составила 170 ± 59 минут, а у больных, перенесших конверсию доступа, 160 ± 78 минут.

Частота осложнений в раннем послеоперационном периоде в группе конверсий и в группе ТС была сопоставимой. В раннем послеоперационном периоде осложнения зарегистрированы у 2 из 16 больных (12,5%) в группе конверсии и у 10 из 90 больных (11,1%) в группе ТС. Согласно классификации Clavien-Dindo степень тяжести осложнений не превышала 3 степени в обеих сравниваемых группах, за исключением одного пациента, у которого после вынужденной конверсии в связи с кровотечением (объем кровопотери 1000 мл) на 2-е сутки после операции развилась массивная ТЭЛА, явившаяся причиной летального исхода. Жалобы на значимый болевой синдром несколько чаще имели место в группе конверсии - у 4 из 16 больных (25%) против 16 из 90 больных (17,7%) группы ТС ($p > 0,05$). Медианное значение шкалы визуальной аналоговой боли составило 3 (min 1 – max 5) в группе ТС и 4 (min 1 – max 7) в группе конверсий ($p > 0,05$).

Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что обязательное стремление к завершению операции путем ТС вряд ли оправдано с точки зрения особенностей послеоперационного периода. Исключением являются «вынужденные» конверсии по причине развития кровотечений. Такие осложнения, несомненно, могут вызвать значимые проблемы в послеоперационном периоде.

Для анализа причин длительной негерметичности легочной паренхимы в раннем послеоперационном периоде больные разделены на три группы в зависимости от длительности негерметичности легкого в раннем послеоперационном периоде. Группа 1 сформирована из 42 (59%) больных, поступление воздуха по дренажам у которых прекратилось в течение первых суток после операции. 10 (14%) пациентов составили промежуточную группу 2, длительность поступления воздуха из плевральной полости у них не превышала 5 суток. В группу 3 вошли 19 (27%) больных с более длительным периодом незавершенного аэростаза оперированного легкого - более 5 суток

Резекции легких выполнялись из торакотомического доступа (39 больных, 55%) или путем торакоскопии (32 больных, 45%). При сопоставлении клинических, лабораторных функциональных показателей, ни по одному из анализируемых параметров достоверной разницы между группами выявить не удалось. Частота сопутствующей ХОБЛ, как и степень тяжести ее течения, практически одинакова во всех группах. Парадоксально, в группе 1 относительное число некурящих на момент выполнения операции было несколько меньше, чем в группах 2 и 3. Длительность госпитализации в группах 1 и 2 была практически одинаковой, а в группе 3 оказалась в 3 раза более продолжительной.

Исходный функциональный статус пациентов во всех группах также был примерно одинаковым. Наибольшей тенденцией к достоверности характеризуется разница в величине DLCO: чем длительнее была негерметичность легкого, тем ниже оказывались значения этого показателя. А при корреляционном анализе выявлена заметная обратная связь между длительной негерметичностью паренхимы легкого и предоперационным уровнем ОФВ1 ($r=-0,59$) и прямая связь между уровнем ОФВ1 и DLCO ($r=0,51$). Также установлена заметная обратная связь между длительной негерметичностью паренхимы легкого и уровнем DLCO ($r=-0,61$) и прямая умеренная связь между длительной негерметичностью паренхимы легкого и временем, затраченным на выполнение лестничного теста ($r=0,38$). Корреляционной связи между длительной негерметичностью паренхимы легкого и другими анализируемыми признаками обнаружено не было.

Судя по всему, сочетание низкого уровня ОФВ1 и низкого уровня DLCO позволяет уже на предоперационном этапе оценить риск длительной негерметичности легкого как значимый и учесть это в процессе выполнения хирургического вмешательства. И здесь на первый план выходит качество проведения самой операции.

Анализируя раздел исследования, посвященный прогнозированию функциональных результатов после лобэктомий и пневмонэктомий можно

заклучить, что формула Brunelli A. et al. позволяет с высокой степенью точности на основании результатов предоперационного исследования определить влияние лобэктомии на функциональное состояние применительно к внешнему дыханию. Прогноз показателей спирометрии, уровня DLCO, результатов КРНТ, в том числе и нелабораторного, оказался вполне удовлетворительный. Значимое влияние на точность прогноза оказывает наличие у больных сопутствующей ХОБЛ GOLD II и ХОБЛ GOLD III, причем чем более выражена тяжесть течения ХОБЛ, тем менее точным будет прогностическое значение всех анализируемых показателей по сравнению с реальным, достигнутым через 6-18 месяцев после операции. Следует также отметить, что в большинстве случаев прогнозируемые значения оказываются ниже, чем реальные, то есть прогнозируется большее нарушение степени функции дыхания, чем это имеет место на самом деле. Формула неприменима к прогнозированию функции дыхания после пневмонэктомий, как правосторонних, так и левосторонних, так как занижение прогнозируемых значений слишком сильное и не никак отражает реальных показателей. И, наконец, выбор доступа (торакотомия или торакоскопия), а также развитие в раннем послеоперационном периоде длительной негерметичности паренхимы легкого не влияют на степень снижения дыхательной функции после лобэктомий и на точность ее прогнозирования.

Выводы

1. «Невынужденная» конверсия доступа из торакоскопии в торакотомию не влияет на степень тяжести течения раннего послеоперационного периода и не сказывается на точности прогнозирования функционального исхода операций.

2. Прогнозирование длительной негерметичности легочной паренхимы после лобэктомий может быть основано на сочетании низкого уровня ОФВ₁, ДЛСО и низкой скорости прохождения лестничного теста.

3. Степень снижения показателей функции внешнего дыхания и кардиореспираторного нагрузочного тестирования в отдаленные сроки после лобэктомий и пневмонэктомий наиболее выражена у больных без сопутствующей хронической обструктивной болезни легких и менее значима у больных со средней и тяжелой степенью течения хронической обструктивной болезни легких.

4. Формула Brunelli $FEV_1 \leq 1.64 \cdot (FVC - 0.021 \cdot \text{age})$ применима для прогнозирования параметров спирометрии (ЖЕЛ, ОФВ₁), DLCO, лабораторного КРНТ (VO₂ max), и нелабораторного КРНТ (лестничный тест) после лобэктомий независимо от удаляемой доли легкого; точность прогнозирования снижается обратнопропорционально степени тяжести сопутствующей хронической обструктивной болезни лёгких, особенно после верхнедолевых лобэктомий.

5. Степень снижения основных параметров функции внешнего дыхания в отдаленные сроки после лобэктомий не зависит от хирургического доступа – торакоскопии или торакотомии.

Практические рекомендации

1. Формула Brunelli применима с высокой степенью точности для прогнозирования функциональных исходов операций у больных без сопутствующей хронической болезни легких, перенесших лобэктомию. Точность ее снижается обратнопропорционально степени тяжести течения ХОБЛ; формула неприменима для прогнозирования функциональных результатов пневмонэктомий.

2. Реальные значения параметров функции внешнего дыхания и кардиореспираторного тестирования через 6-12 месяцев после лобэктомии и пневмонэктомий, вероятнее всего, будут выше предсказанных по результатам предоперационного исследования.

3. «Невынужденная» конверсия доступа при проведении ТС лобэктомию не сопровождается достоверным ростом частоты развития послеоперационных осложнений и должна рассматриваться как естественный вариант решения интраоперационной ситуации с целью профилактики значимых нежелательных явлений.

4. Сочетание низкого уровня ОФВ₁, низкого уровня DLCO и большая длительность прохождения лестничного теста позволяет уже на предоперационном этапе оценить риск длительной негерметичности легкого как значимый и учесть это в процессе выполнения хирургического вмешательства.

Список литературы

1. Colice G.L., Shafazand S., Griffin J.P., Keenan R., Bolliger C.T.; Evaluation of the patient with lung cancer being considered for resectional surgery: ACCP evidenced-based clinical practice guidelines (2nd edition) // Chest. 2007. №77. P.132-161. DOI: 10.1378/chest.07-1359
2. Brunelli A., Kim A.W., Berger K.I., Addrizzo-Harris D.J.; Physiologic evaluation of the patient with lung cancer being considered for resectional surgery: diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines // Chest. 2013. №143. P.166-190. DOI: 10.1378/chest.12-2395
3. Fourdrain A., Dominicis F., Lafitte S., Iquille J., Prevot F., Lorne L., Monconduit J., Bagan P., Berna P.; Quantitative computed tomography to predict postoperative FEV1 after lung cancer surgery // JTD. 2017. №9 (Aug). P. 2413-2418. DOI: 10.21037/jtd.2017.06.118
4. Pocock G., Richards C.D.; Human Physiology - the Basis of Medicine. Oxford. Oxford University Press. 2017. №944. DOI:10.1136/bjism.2006.026120
5. Ferguson M.K., Watson S., Johnson E., Vigneswarana W.T.; Predicted postoperative lung function is associated with all-cause long-term mortality after major lung resection for cancer // Eur J Cardiothorac Surg. 2014. №45. P. 660-664. DOI: 10.1093/ejcts/ezt462
6. Oswald N.K., Halle-Smith J., Mehdi R., Nightingale P., Naidu B., Turner A.M.; Predicting Postoperative Lung Function Following Lung Cancer Resection: A Systematic Review and Meta-analysis // EClinicalMedicine. 2019. №15. P. 7–13.; DOI:10.1016/j.eclinm.2019.08.015
7. Акопов А.Л., Черный С.М.; Хирургическое лечение рака легкого у пожилых больных // Вестник хирургии. 2005. №164. С. 112-116.
8. Kristersson S., Lindell S.E., Svanberg L.; Prediction of pulmonary function loss due to pneumonectomy using 133 Xe-radiospirometry // Chest. 1972. № 62 (Dec). P. 694-698. DOI: 10.1378/chest.62.6.694

9. Juhl B., Frost N.; A comparison between measured and calculated changes in the lung function after operation for pulmonary cancer // *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 1975. №19. P. 39-45. DOI: 10.1111/j.1399-6576.1975.tb05411.x
10. Nakahara K., Ohno K., Hashimoto J., Miyoshi S., Maeda H., Matsumura A., Mizuta T., Akashi A., Nakagawa K., Kawashima Y.; Prediction of postoperative respiratory failure in patients undergoing lung resection for lung cancer // *Ann Thorac Surg*. 1988. №46. P. 549–552. DOI: 10.1016/s0003-4975(10)64694-2
11. Brunelli A., Xiumé F., Refai M., Salati M., Marasco R., Sciarra V., Sabbatini A.; Evaluation of expiratory volume, diffusion capacity, and exercise tolerance following major lung resection: a prospective follow-up analysis // *Chest*. 2007. №131. P. 141–147. DOI:10.1378/chest.06-1345
12. Vinogradskiy Y., Jackson M., Schubert L., Jones B., Castillo R., Castillo E., Guerrero T., Mitchell J., Rusthoven C., Miften M., Kavanagh B.; Assessing the use of 4DCT-ventilation in pre-operative surgical lung cancer evaluation // *Med Phys*. 2017. №44. P. 200-208. DOI:10.1002/mp.12026
13. Eslick E.M., Bailey D.L., Harris B., Kipritidis J., Stevens M., Li B.T.; Measurement of preoperative lobar lung function with computed tomography ventilation imaging: progress towards rapid stratification of lung cancer lobectomy patients with abnormal lung function // *Eur J Cardiothorac Surg*. 2016. №49. P. 1075-1082. DOI:10.1093/ejcts/ezv276
14. Sudoh M., Ueda K., Kaneda Y., Mitsutaka J., Li T.S., Suga K.; Breath-hold single-photon emission tomography and computed tomography for predicting residual pulmonary function in patients with lung cancer // *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2006. №131. P. 994–1001. DOI:10.1016/j.jtcvs.2005.12.038
15. Ueda K., Tanaka T., Li T.S., Tanaka N., Hamano K.; Quantitative computed tomography for the prediction of pulmonary function after lung cancer surgery: a simple method using simulation software // *Eur J Cardiothorac Surg*. 2009. №35. P. 414–418. DOI:10.1016/j.ejcts.2008.04.015
16. Chae E. J., Kim N., Seo J. B., Park J.-Y., Song J.-W., Lee H. J., Hwang H. J., Lim Ch., Chang Y. J., Kim Y. H.; Prediction of postoperative lung function in

patients undergoing lung resection: dual-energy perfusion computed tomography versus perfusion scintigraphy // *Invest Radiol.* 2013. №48. P. 622-627. DOI:10.1097/RLI.0b013e318289fa55

17. Bolliger C.T., Guckel C., Engel H., Stohr S., Wyser C.P., Schoetzau A.; Prediction of functional reserves after lung resection: comparison between quantitative computed tomography, scintigraphy, and anatomy // *Respiration.* 2002. №69. P. 482–489. DOI: 10.1159/000066474

18. Holvoet T., Meerbeeck J.P., Wiele J.D., Salhi B., Derom E.; Quantitative perfusion scintigraphy or anatomic segment method in lung cancer resection // *Lung Cancer.* 2011.№ 74. P. 212–218. DOI:10.1016/j.lungcan.2011.03.001

19. Aoki K., Y. Izumi, Watanabe W., Shimizu Y., Osada H., Honda N., Itoh T., Nakayama M.; Generation of ventilation/perfusion ratio map in surgical patients by dual-energy CT after xenon inhalation and intravenous contrast media // *Cardiothorac Surg.* 2018 (May). №13(1). P. 43. DOI:10.1186/s13019-018-0737-2.

20. Provost K., Leblond A., Gauthier-Lemire A., Filion É., Bahig H., Lord M.; Reproducibility of Lobar Perfusion and Ventilation Quantification Using SPECT/CT Segmentation Software in Lung Cancer Patients // *J Nucl Med Technol.* 2017 (Sep). №45(3). P. 185-192. DOI: 10.2967/jnmt.117.191056

21. Fernández-Rodríguez L., Torres I., Romera D., Galera R., Casitas R., Martínez-Cerón E., Díaz-Agero P., Utrilla C., García-Río F.; Prediction of postoperative lung function after major lung resection for lung cancer using volumetric computed tomography // *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018 Dec. №156(6). P. 2297-2308. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2018.07.040.

22. Le Roux P.Y., Leong T.L., Barnett S.A., Hicks R.J., Callahan J., Eu P.; Gallium-68 perfusion positron emission tomography/computed tomography to assess pulmonary function in lung cancer patients undergoing surgery // *Cancer Imaging.* 2016. №16. P. 24. DOI: 10.1186/s40644-016-0081-5

23. Pancieri M.V.C., Cataneo D.C., Montovani J.C., Cataneo A.J.M.; Comparison between actual and predicted postoperative stair-climbing test, walk test and spirometric values in patients undergoing lung resection // *Acta chirurgica*

brasileira, Sociedade Brasileira para Desenvolvimento Pesquisa em Cirurgia. 2010 (Dec). №25(6). P. 536-540. DOI: 10.1590/S0102-86502010000600014

24. Kazuhiro U., Masataro H, Nobuyuki T., Toshiki T., Kimikazu H.; Long-term pulmonary function after major lung resection // *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2014. №62. P. 24–30. DOI:10.1007/s11748-013-0346-x

25. Nagamatsu Y., Maeshiro K., Kimura N.Y., Nishi T., Shima I., Yamana H.; Long-term recovery of exercise capacity and pulmonary function after lobectomy // *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2007. №134. P. 1273–1278. DOI:10.1016/j.jtcvs.2007.06.025

26. Funakoshi Y., Takeda S., Sawabata N., Okumura Y., Maeda H.; Long-term pulmonary function after lobectomy for primary lung cancer // *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2005. №13. P. 311–315. DOI: 10.1177/021849230501300404

27. Sietske A., Smulders M.D., Frank W.J.M., Smeenk M.D.; Actual and predicted Postoperative Changes in Lung Function After Pneumonectomy // *Chest.* 2004. №125. P. 1735–1741. DOI: 10.1378/chest.125.5.1735

28. Park C.H., Kim T.H., Lee S., Paik H.C., Haam S.J.; New predictive equation for lung volume using chest computed tomography for size matching in lung transplantation // *Transplant Proc.* 2015.№ 47. P. 498-503. DOI:10.1016/j.transproceed.2014.12.025

29. Esteban P.A., Hernández N., Novoa N.M., Varela G.; Evaluating patients walking capacity during hospitalization for lung cancer resection // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2017 (Aug). №25(2). P. 268-271. DOI:10.1093/icvts/ivx100.

30. 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 лёгкого (обзор литературы) // *Вестник хирургии имени И.И. Грекова.* 2019. №178(5). С. 121-126. DOI:10.24884/0042-4625-2019-178-5-121-126

31. Kazuhiro U., Masataro H., Nobuyuki T., Toshiki T., Kimikazu H.; Long-term pulmonary function after major lung resection // *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2014. №62 P. 24–30. DOI: 10.1007/s11748-013-0346-x
32. Bolliger C.T., Jordan P., Sole`r M., Stulz P., Tamm M., Wyser C.; Pulmonary function and exercise capacity after lung resection // *Eur Respir J.* 1996. №9. P. 415–21. DOI: 10.1183/09031936.96.09030415
33. Wang J.S., Abboud R.T., Wang L.M.; Effect of lung resection on exercise capacity and on carbon monoxide diffusing capacity during exercise // *Chest.* 2006. №129. P. 863–872. DOI: 10.1378/chest.129.4.863
34. Okada M., Koike T., Higashiyama M., Yamato Y., Kodama K., Tsubota N.; Radical sublobar resection for small-sized non-small cell lung cancer: a multicenter study // *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006. №132 P.769–775. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2006.02.063
35. Saito H., Nakagawa T., Ito M.; Pulmonary Function After Lobectomy Versus Segmentectomy in Patients with Stage I Non-Small Cell Lung Cancer // *World J Surg.* 2014. №38. P. 2025–2031. DOI:10.1007/s00268-014-2521-3
36. Harada H., Okada M., Sakamoto T., Matsuoka H., Tsubota N.; Functional advantage after radical segmentectomy versus lobectomy for lung cancer // *Ann Thorac Surg.* 2005. №80. P. 2041–2045. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2005.06.010
37. Ueda K., Tanaka T., Hayashi M., Li T.S., Tanaka N., Hamano K.; Computed tomography-defined functional lung volume after segmentectomy versus lobectomy // *Eur J Cardiothorac Surg.* 2010. №37. P. 1433–1437. DOI:10.1016/j.ejcts.2010.01.002
38. Nomori H., Shiraishi A., Cong Y., Sugimura H., Mishima S.; Differences in postoperative changes in pulmonary functions following segmentectomy compared with lobectomy // *Eur J Cardiothorac Surg.* 2018 (Mar). №53(3). P. 640-647. DOI: 10.1093/ejcts/ezx357
39. Bertolaccini L., Solli P.; Should Segmentectomy Rather Than Lobectomy Be the Operation of Choice for Early-Stage Non-small Cell Lung Cancer // *Chest.* 2018. №153(3). P. 592-595. DOI:10.1016/j.chest.2017.10.038

40. Suzuki H., Morimoto J., Mizobuchi T., Fujiwara T., Nagato K., Nakajima T., Iwata T., Yoshida S., Yoshino I.; Does segmentectomy really preserve the pulmonary function better than lobectomy for patients with early-stage lung cancer // *Surg Today*. 2017 (Apr). №47(4). P. 463-469. DOI:10.1007/s00595-016-1387-4.

41. Andersson S.E., Rauma V.H, Sihvo E.I.; Bronchial sleeve resection or pneumonectomy for non-small cell lung cancer: a propensity-matched analysis of long-term results, survival and quality of life // *J Thorac Dis*. 2015. №7. P. 1742-1748. DOI:10.3978/j.issn.2072-1439.2015.10.62

42. Bylicki O., Vandemoortele T., Orsini B., Laroumagne S., D'Journo X.B., Astoul P., Thomas P.A., Dutau H.; Incidence and management of anastomotic complications after bronchial resection: a retrospective study // *Ann Thorac Surg*. 2014 (Dec). №98(6). P. 1961-1967. DOI:10.1016/j.athoracsur.2014.07.021.

43. Yatsuyanagi E., Hirata S., Yamazaki K., Sasajima T., Kubo Y.; Anastomotic Complications After Bronchoplastic Procedures for Nonsmall Cell Lung Cancer // *Ann Thorac Surg*. 2000. №70. P. 396–400. DOI:10.1016/S0003-4975(00)01556-3

44. Perentes J., Bopp S., Krueger T., Gonzalez M., Jayet P.Y., Lovis A.; Impact of lung function changes after induction radiochemotherapy on resected T4 non-small cell lung cancer outcome // *Ann Thorac Surg*. 2012. №94. P. 1815–1822. DOI:10.1016/j.athoracsur.2012.08.054

45. Nomori H., Shiraishi A. Cong Y., Shoji K., Misawa M., Sugimura H., Oyama Y.; Impact of induction chemoradiotherapy on pulmonary function after lobectomy for lung cancer // *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018 (May). №155(5). P. 2129-2137. DOI: 0.1016/j.jtcvs.2017.12.081.

46. Sekine Y., Iwata T., Chiyo M., Yasufuku K., Motohashi S., Yoshida S.; Minimal alteration of pulmonary function after lobectomy in lung cancer patients with chronic obstructive pulmonary disease // *Ann Thorac Surg*. 2003. №76. P. 356–361. DOI: 10.1016/s0003-4975(03)00489-2

47. Korst R.J., Ginsberg R.J., Ailawadi M., Bains M.S., Downey R.J. Jr., Rusch V.W.; Lobectomy improves ventilatory function in selected patients with

severe COPD // *Ann Thorac Surg.* 1998. №66. P.898–902. DOI:10.1016/s0003-4975(98)00697-3

48. Яблонский П.К., Петрунькин А.М., Николаев Г.В., Мосин И.В. Изменение функциональной способности легких после лобэктомии у больных с сопутствующей хронической обструктивной болезнью легких // *Вестник хирургии.* 2009. №168. С. 26-30

49. Ueda K., Tanaka T., Hayashi M., Tanaka N., Li T.S., Hamano K.; Clinical ramifications of bronchial kink after upper lobectomy // *Ann Thorac Surg.* 2012. №93. P. 259–265. DOI:10.1016/j.athoracsur.2011.08.065

50. Sengul A.T., Sahin B., Celenk C., Basoglu A.; Postoperative lung volume change depending on the resected lobe // *Thorac Cardiovasc Surg.* 2013. №61. P.131–137. DOI: 10.1055/s-0032-1322625

51. Endoh H., Tanaka S., Yajima T., Ito T., Tajima K., Mogi A.; Pulmonary function after pulmonary resection by posterior thoracotomy, anterior thoracotomy or video-assisted surgery // *Eur J Cardiothorac Surg.* 2010. №37. P. 1209–1214. DOI: 10.1016/j.ejcts.2009.11.016

52. Kaseda S., Aoki T., Hangai N., Shimizu K.; Better pulmonary function and prognosis with video-assisted thoracic surgery than with thoracotomy // *Ann Thorac Surg.* 2000. №70. P. 1644–1646. DOI: 10.1016/s0003-4975(00)01909-3

53. Kim S.J., Ahn S., Lee Y.J., Park J.S., Cho Y.J., Cho S., Yoon H.I., Kim K., Lee J.H., Jheon S., Lee C.T.; Factors associated with preserved pulmonary function in non-small-cell lung cancer patients after video-assisted thoracic surgery // *Eur J Cardiothorac Surg.* 2016 (Apr). №49(4). P. 1084-1090. DOI:10.1093/ejcts/ezv325.

54. Hsia C.C., Herazo L.F., Fryder-Doffey F., Weibel E.R.; Compensatory lung growth occurs in adult dogs after right pneumonectomy // *J Clin Invest.* 1994. №94. P. 405–412. DOI: 10.1172/JCI117337

55. Butler J.P., Loring S.H., Patz S, Tsuda A., Yablonskiy D.A., Mentzer S.J.; Evidence for adult lung growth in humans // *N Engl J Med.* 2012. №367. P. 244–247. DOI: 10.1056/NEJMoa1203983

56. Macare van Maurik A.F., Stubenitsky B.M., Swieten H.A., Duurkens V.A., Laban E., Kon M.; Use of tissue expanders in adult postpneumonectomy syndrome // *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2007. №134. P. 608–612. DOI:10.1016/j.jtcvs.2007.05.014
57. Hsia C.C., Wu E.Y., Wagner E., Weibel E.R.; Preventing mediastinal shift after pneumonectomy impairs regenerative alveolar tissue growth // *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol.* 2001. №281. P. 1279–87. DOI:10.1152/ajplung.2001.281.5.L1279
58. Hazelrigg SR, Nunchuck SK, LoCicero J. Video assisted thoracic surgery study group data. *Ann Thorac Surg* 1993;56:1039–43; discussion 1043–4.
59. Roviario G, Rebuffat C, Varoli F, Vergani C, Mariani C, Maciocco M. Videoendoscopic pulmonary lobectomy for cancer. *Surg Laparosc Endosc* 1992;2:244–7.
60. Walker WS, Carnochan FM, Tin M. Thoracoscopy assisted pulmonary lobectomy. *Thorax* 1993;48:921–4.
61. Detterbeck F, Molins L. Video-assisted thoracic surgery and open chest surgery in lung cancer treatment: present and future. *J Vis Surg* 2016;2: 173.
62. Falcoz P-E, Puyraveau M, Thomas P-A, Decaluwe H, Hu'rtgen M, Petersen RH et al., Video-assisted thoracoscopic surgery versus open lobectomy for primary non-small-cell lung cancer: a propensity-matched analysis of outcome from the European Society of Thoracic Surgeon database. *Eur J Cardiothorac Surg* 2016;49:602–9.
63. Zhang W, Wei Y, Jiang H, Xu J, Yu D. Thoracotomy is better than thoracoscopic lobectomy in the lymph node dissection of lung cancer: a systematic review and meta-analysis. *World J Surg Oncol* 2016; 14:290.
64. Higuchi M, Yaginuma H, Yonechi A, Kanno R, Ohishi A, Suzuki H et al., Long-term outcomes after video-assisted thoracic surgery (VATS) lobectomy versus lobectomy via open thoracotomy for clinical stage IA nonsmall cell lung cancer. *J Cardiothorac Surg* 2014;9:88.

65. Long H, Tan Q, Luo Q, Wang Z, Jiang G, Situ D et al., Thoracoscopic surgery versus thoracotomy for lung cancer: short-term outcomes of a randomized trial. *Ann Thorac Surg* 2018;105:386–92.
66. Chen FF, Zhang D, Wang YL, Xiong B. Video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy versus open lobectomy in patients with clinical stage I non-small cell lung cancer: a meta-analysis. *Eur J Surg Oncol* 2013;39: 957–63.
67. Cheng D, Downey RJ, Kernstine K, Stanbridge R, Shennib H, Wolf R et al., Video-assisted thoracic surgery in lung cancer resection: a meta-analysis and systematic review of controlled trials. *Innovations (Phila)* 2007;2: 261–92.
68. Paul S, Sedrakyan A, Chiu Y-L, Nasar A, Port JL, Lee PC et al., Outcomes after lobectomy using thoracoscopy vs thoracotomy: a comparative effectiveness analysis utilizing the Nationwide Inpatient Sample database. *Eur J Cardiothorac Surg* 2013;43:813–17.
69. Madani A, Fiore JF, Wang Y, Bejjani J, Sivakumaran L, Mata J et al., An enhanced recovery pathway reduces duration of stay and complications after open pulmonary lobectomy. *Surgery* 2015;158:899–908; discussion 908–10.
70. Gonfiotti A, Viggiano D, Voltolini L, Bertani A, Bertolaccini L, Crisci R et al., Enhanced recovery after surgery and video-assisted thoracic surgery lobectomy: the Italian VATS group surgical protocol. *J Thorac Dis* 2018; 10:S564–70.
71. Tanoue LT, Detterbeck FC. New TNM classification for non-small-cell lung cancer. *Expert Rev Anticancer Ther* 2009;9:413–23.
72. Gazala S, Hunt I, Valji A, Stewart K, Be´dard ER. A method of assessing reasons for conversion during video-assisted thoracoscopic lobectomy. *Interact CardioVasc Thorac Surg* 2011;12:962–4.
73. Dindo D, Demartines N, Clavien P-A. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg* 2004;240:205–13.

74. Mazzella A, Olland A, Falcoz PE, Renaud S, Santelmo N, Massard G. Video-assisted thoracoscopic lobectomy: which is the learning curve of an experienced consultant? *J Thorac Dis* 2016;8:2444–53.

75. Puri V, Patel A, Majumder K, Bell JM, Crabtree TD, Krupnick AS et al., Intraoperative conversion from video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy to open thoracotomy: a study of causes and implications. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2015;149:55–62.e1.

76. Kim S-W, Hong J-M, Kim D. What is difficult about doing video-assisted thoracic surgery (VATS)? A retrospective study comparing VATS anatomical resection and conversion to thoracotomy for lung cancer in a university-based hospital. *J Thorac Dis* 2017;9:3825–31.

77. Whitson BA, Groth SS, Duval SJ, Swanson SJ, Maddaus MA. Surgery for early-stage non-small cell lung cancer: a systematic review of the video-assisted thoracoscopic surgery versus thoracotomy approaches to lobectomy. *Ann Thorac Surg* 2008;86:2008–16; discussion 2016–8.

78. Brunelli A, Dinesh P, Woodcock-Shaw J, Littlechild D, Pompili C. Ninetyday mortality after video-assisted thoracoscopic lobectomy: incidence and risk factors. *Ann Thorac Surg* 2017;104:1020–6.

79. Fourdrain A, De Dominicis F, Iquille J, Lafitte S, Merlusca G, Witte-Pfister A et al., Intraoperative conversion during video-assisted thoracoscopy does not constitute a treatment failure. *Eur J Cardiothorac Surg* 2019;55: 660–5.

80. Пищик В. Г., Зинченко Е. И., Оборнев А. Д., Коваленко А. И. Видеоторакоскопические анатомические резекции легких: опыт 246 операций. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2016;(1):10-15. doi:10.17116/hirurgia20161210-15

81. French D.G., Plourde M, Henteleff H., Mujoomdar A., Bethune D. Optimal management of postoperative parenchymal air leaks. *J Thorac Dis* 2018;10(Suppl 32):S3789-S3798. doi:10.21037/jtd.2018.10.05

82. Cerfolio RJ. Chest tube management after pulmonary resection. *Chest Surg Clin N Am.* 2002;12:507-527. [https://doi.org/10.1016/s1052-3359\(02\)00015-7](https://doi.org/10.1016/s1052-3359(02)00015-7)

83. Drewbrook C., Das S., Mousadoust D., Nasir B., Yee J., McGuire A. Incidence Risk and Independent Predictors of Prolonged Air Leak in 269 Consecutive Pulmonary Resection Patients over Nine Months: A Single-Center Retrospective Cohort Study.//Open Journal of Thoracic Surgery.2016; 6: 33-46. <http://dx.doi.org/10.4236/ojts.2016.64006>
84. Pompili C., Miserocchi G. Air leak after lung resection: pathophysiology and patients' implications.//J Thorac Dis.2016;8(Suppl1):46-S54. <http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2015.11.08>
85. Elsayed H., McShane J., Shackcloth M. Air leaks following pulmonary resection for lung cancer: is it a patient or surgeon related problem?//Ann R Coll Surg Engl 2012; 94: 422–427. <http://doi.10.1308/003588412X13171221592258>
86. Dugan K. C., Laxmanan B., Murgu S., Hogarth D. K. Management of Persistent Air Leaks.// CHEST 2017; 152(2):417-423. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chest.2017.02.020>
87. 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 // Вестник хирургии имени И. И. Грекова. - 2019. -Т.178, № 5. - С. 121–126. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2019-178-5-121-126>
88. The Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) URL:<https://goldcopd.org/> Дата обращения: 20.01.2022
89. Roy E., Rheault J., Pigeon M.-A., Ugalde P. A., Racine C., Simard S., Chouinard G., Lippens A., Lacasse Y., Maltais F. Lung cancer resection and postoperative outcomes in COPD: A single-center experience.// Chronic Respiratory Disease.2020;17:1–8. DOI: 10.1177/1479973120925430
90. Тонеев Е.А., Базаров Д.В., Пикин О.В., Чарышкин А.Л., Мартынов А.А., Лисютин Р.И., Зулькарняев А.Ш., Анохина Е.П. Продленный сброс воздуха после лобэктомии у больных раком легкого.// Сибирский онкологический журнал. 2020; 19(1): 103–110. doi: 10.21294/1814-4861-2020-19-1-103-110.

91. Brunelli A., Cassivi S. D., Halgren L. Risk Factors for Prolonged Air Leak After Pulmonary Resection.//Thorac Surg Clin.2010;20:359–364. doi:10.1016/j.thorsurg.2010.03.002

92. Пищик В. Г., Маслак О.С., Оборнев А. Д., Зинченко Е. И., Коваленко А. И. Факторы риска продленного сброса воздуха после видеоторакоскопических анатомических резекций легкого.//Эндоскопическая хирургия.2020;26(3):52-58. <https://doi.org/10.17116/endoskop20202603152>

93. Корымасов Е.А., Беньян А.С. Просачивание воздуха после резекции легкого.//Наука и инновации в медицине.2018;4(12):36-40. <https://doi.org/10.35693/2500-1388-2018-0-4-36-40>

94. Есаков Ю.С., Жестков К.Г., Кармазановский Г.Г., Макеева-Малиновская Н.Ю. Факторы риска недостаточности аэростаза при резекции легкого.//Хирургия.2014;1:38-43.

95. Won Ho Kim, Hyung-Chul Lee, Ho-Geol Ryu, Hyun-Kyu Yoon, Chul-Woo Jung. Intraoperative ventilatory leak predicts prolonged air leak after lung resection: A retrospective observational study.// PLoS ONE 12(11): e0187598. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187598>

96. Zhou J., Chen N., Hai Y. External suction versus simple water-seal on chest drainage following pulmonary surgery: an updated meta-analysis. Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2018;28:29-36.<https://doi.org/10.1093/icvts/ivy216>

97. Brunelli A., Kim A.W. Berger KI., et al., Physiologic evaluation of the patient with lung cancer being considered for resectional surgery: diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. Chest, 2013;143(5 Suppl.):e166S–e190S. DOI: 10.1378/chest.12-2395

98. Горбунков С. Д., Варламов В. В., Черный С. М., Лукина О. В., Кирюхина Л. Д., Романихин А. И., Зинченко А. В., Акопов А. Л. Паллиативная хирургическая коррекция дыхательной недостаточности при диффузной эмфиземе легких //Хирургия. - 2017. - №10. - С. 52-56. DOI:10.17116/hirurgia20171052-56

99. Горбунков С. Д., Варламов В. В., Черный С. М., Зарипова З. А., Гичкин А. Ю., Лукина О. В., Кирюхина Л. Д., Ковалев М. Г., Романихин А. И., Акопов А. Л. Хирургическая коррекция дыхательной недостаточности у больных с диффузной эмфиземой легких, получающих длительную кислородотерапию // Вестник хирургии имени И.И. Грекова. - 2017. -Т.176, № 4. - С. 71-74. DOI:10.24884/0042-4625-2017-176-4-71-74

100. Кирюхина Л.Д., Нефедова Н.Г., Кокорина Е.В., Соколович Е.Г., Яблонский П.К. // Патологические механизмы ограничения толерантности к нагрузке у больных туберкулезом легких / Туберкулез и социально-значимые заболевания. – 2021. – № 1. – С. 14-20. <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=44859998>

101. Обухова Т.Л., Сехниаидзе Д.Д., Лыццов А.В. // Видеоторакоскопические анатомические резекции лёгкого в торакальной онкологии // Тюменский медицинский журнал. – 2014. - №16(4). – С. 43-44

102. Добнер С.Ю., Тузиков С.А., Агеева Т.С. , Самцов Е.Н., Дубаков А.В., Синилкин И.Г., Добродеев А.Ю. // Предоперационная подготовка и послеоперационная реабилитация больных раком легкого в сочетании с хронической обструктивной болезнью легких / Сибирский онкологический журнал. 2020; 19(1): 111–118. – DOI: 10.21294/1814-4861-2020-19-1-111-118.

103. Panino D.A. Pulmonary Physiologic Assessment of Operative Risk / Patino D.A., Ferguson M.K. // Shields' General Thoracic Surgery 8th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer, -2019. с. 4739.

104. Attaar A., Luketich J.D., Schuchert M.J. et al. Prolonged Air Leak After Pulmonary Resection Increases Risk of Noncardiac Complications, Readmission, and Delayed Hospital Discharge: A Propensity Score-adjusted Analysis // Ann. Surg. – 2019. DOI: 10.1097/SLA.0000000000003191

105. Чушкин М.И., Кулагина Т.Ю., Кирюхина Л.Д., Карпина Н.Л. // Функциональное тестирование и преабилитация в торакальной хирургии. // Хирургия, Журнал им. Н.И. Пирогова, 2022; 12:99-103, DOI:10.17116/hirurgia202212199

106. Рябов А.Б., Пикин О.В., Багров В.А., Колбанов К.И., Глушко В.А., Вурсол Д.А., Амралиев А.М., Бармин В.В., Александров О.А. // Безопасность и эффективность торакоскопической лобэктомии у больных немелкоклеточным раком лёгкого I стадии. // Сибирский онкологической журнал. 2021; 20(1): 24-33. DOI: 10.21294/1814-4861-2021-20-1-24-33

107. Mazzella A, Olland A, Falcoz PE, Renaud S, Santelmo N, Massard G. Video-assisted thoracoscopic lobectomy: which is the learning curve of an experienced consultant? J Thorac Dis 2016;8:2444–53. DOI: 10.21037/jtd.2016.08.23