

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*На правах рукописи*

**КОВАЛЕНКО**

**Александр Игоревич**

**ТОРАКОСКОПИЧЕСКИЕ СЕГМЕНТЭКТОМИИ: ТЕХНИЧЕСКИЕ  
ОСОБЕННОСТИ, БЛИЖАЙШИЕ И ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

3.1.9. Хирургия

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:  
Пищик Вадим Григорьевич  
доктор медицинских наук

Санкт-Петербург – 2025

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
Глава 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	15
1.1 История развития сегментэктомий при различных заболеваниях легких и их отдаленные результаты при раке легкого .....	15
1.2 Технические особенности выполнения сегментэктомий.....	22
1.2.1 Идентификация сегментарной анатомии.....	23
1.2.2 Выявление межсегментарных границ.....	26
1.3 Ближайшие результаты торакоскопических сегментэктомий .....	31
1.4 Функциональные результаты сегментэктомий .....	37
1.4.1 Влияние хирургического доступа и сроков контрольных исследований на функциональные результаты лоб- и сегментэктомий .....	38
1.4.2 Прогнозирование послеперационных функциональных результатов лоб- и сегментэктомий и его особенность у коморбидных больных .....	41
1.4.3 Влияние числа удаляемых сегментов и оперируемой доли на функциональные результаты сегментэктомий .....	46
1.4.4 Функциональные результаты торакоскопических лоб- и сегментэктомий (технические особенности разделения межсегментарных границ легкого) .....	50
Глава 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	52
2.1 Дизайн исследования .....	54
2.2 Предоперационное обследование пациентов.....	55
2.3 Техника выполнения операций.....	59
2.4 Особенности послеоперационной курации больных .....	69
2.5 Характеристика исследуемых пациентов .....	70

2.5.1 Характеристика пациентов, перенесших лобэктомию .....	71
2.5.2 Характеристика пациентов, перенесших сегментэктомию .....	75
2.6 Статистическая обработка материала .....	83
<b>Глава 3 СРАВНЕНИЕ БЛИЖАЙШИХ РЕЗУЛЬТАТОВ ТОРАКОСКОПИЧЕСКИХ ЛОБ- И СЕГМЕНТЭКТОМИЙ.....</b>	<b>84</b>
3.1 Анализ ближайших результатов торакоскопических анатомических резекций .....	86
3.2 Результаты попарного сравнения ранних послеоперационных результатов торакоскопических лоб- и сегментэктомий .....	96
3.3 Ближайшие результаты торакоскопических лоб- и сегментэктомий у пациентов со сниженными респираторными резервами .....	100
<b>Глава 4 БЛИЖАЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТОРАКОСКОПИЧЕСКИХ СЕГМЕНТЭКТОМИЙ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ.....</b>	<b>102</b>
4.1 Сравнение ближайших результатов «простых» и «сложных» сегментэктомий .....	105
4.2 Влияние нетипичной анатомии сегментов на интраоперационные осложнения и увеличение объема удаляемой паренхимы.....	107
4.3 Определение межсегментарных границ легкого. Сравнение вентиляционных и перфузионных методов определения межсегментарных границ.....	112
<b>Глава 5 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТОРАКОСКОПИЧЕСКИХ АНАТОМИЧЕСКИХ РЕЗЕКЦИЙ ЛЕГКОГО .....</b>	<b>114</b>
5.1 Сравнение функциональных результатов торакоскопических сегмент- и лобэктомий .....	118
5.2 Влияния хронической обструктивной болезни легких на функциональные результаты торакоскопических лоб- и сегментэктомий .....	120
5.3 Влияние числа удаляемых сегментов и оперируемой доли на функциональные результаты торакоскопических лоб- и сегментэктомий .....	123

Глава 6 ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТОРАКОСКОПИЧЕСКИХ СЕГМЕНТ- И ЛОБЭКТОМИЙ ПРИ НЕМЕЛКОКЛЕТОЧНОМ РАКЕ ЛЕГКОГО IА СТАДИИ .....	133
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	143
ВЫВОДЫ .....	152
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	154
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ....	155
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ .....	156
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	158

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Актуальность темы исследования**

Торакоскопическая хирургия, развиваясь в последние десятилетия, стала одним из основных методов лечения заболеваний органов грудной полости. Убедительные преимущества торакоскопического доступа в торакальной хирургии перед классической торакотомией давно не вызывают сомнений для многих видов операций (Zhang Z. et al., 2013). Не исключение и анатомические резекции легких, являющиеся наиболее востребованными в практике торакального хирурга. Рак легкого, туберкулез, бронхэкстatische болезнь и метастатическое поражение легких часто требуют выполнения именно анатомической резекции (Трахтенберг А.Х., 2009). Как правило, страдают данными заболеваниями люди трудоспособного возраста. А рак легкого неизменно остается ведущей причиной онкологической заболеваемости и смертности в течение последних нескольких десятилетий (De Groot P.M. et al., 2018). Таким образом, анализ и изучение хирургического лечения данных заболеваний легких является в высшей степени актуальным (Трахтенберг А.Х., 2009).

Отдельного внимания заслуживают современные тенденции уменьшения не только оперативного доступа, но и объема оперативного вмешательства. Изначально возникшая концепция сохранения паренхимы доли легкого применялась к локализованным формам воспалительных заболеваний (Kang M. et al., 2010, Mitchell J.D. et al., 2012; Shiraishi Y. et al., 2014) и солитарным метастазам (Higashiyama M. et al., 2015), когда удаление большего объема ткани не увеличивало эффективности операции. При раке легкого сегментэктомии рассматривались исключительно с точки зрения минимизации хирургической травмы и улучшения послеоперационного периода у коморбидных больных (Kilic A. et al., 2009). Со временем, так называемые «компромиссные операции»

нашли применение при первичном немелкоклеточном раке у пациентов без тяжелой сопутствующей патологии (Leshnower B.G. et al., 2010; Hwang Y. et al., 2015; Winckelmans T. et al., 2020). При этом, следует отметить, что их онкологическая радикальность во многом зависит от тщательного отбора кандидатов к сегментэктомии, подтверждающего в последние годы свою надежность (Saji H. et al., 2022; Altorki N. et al., 2023) и расширяющего диапазон применения органосохраняющих операций при ранних стадиях рака легкого (Kamigaichi A. et al., 2020; Lin B. et al., 2021). Все в совокупности повышает востребованность сегментэктомий, однако сохраняется не до конца решенным ряд вопросов.

Во-первых, вопрос стандартизации в планировании и выполнении операции из торакоскопического доступа. Понятной преградой к распространению сегментарных резекций, помимо устаревших сведений об их нерадикальности (Ginsberg R.J. et al., 1995), следует считать сложность их выполнения (D'Amico T. et al., 2011). Успех и радикальность торакоскопических сегментэктомий во многом определяют возможности предоперационной интерпретации сегментарной анатомии (Asamura H. et al., 2013, Oizumi H. et al., 2014) и технические приемы выявления межсегментарных границ (Misaki N. et al., 2010; Iwata H. et al., 2013). Потенциальными рисками в отсутствии стандартизации выполнения сегментэктомий считаются интраоперационное кровотечение (Zhu X.Y. et al., 2021), конверсию объема и доступа операции (Wen J. et al., 2015; Chen Y. et al., 2020). Использование с этой целью инновационного метода флюоресцентной торакоскопии с индоцианином зеленым (Indocyanine Green – ICG), дополненного предоперационной 3D реконструкции компьютерной томографии легких признается одним из наиболее оптимальных решений (Peeters M. et al., 2024), облегчающих задачу хирурга при выполнении сегментэктомии. Однако, его применение ограничено единичными торакальными центрами, что сохраняет актуальность на настоящий момент.

Во-вторых, вопрос безопасности сегментэктомии в сравнении с лобэктомией. В течение длительного времени дополнительной мотивацией

к преодолению технических препятствий при сегментарных резекциях считали их потенциальные преимущества, находящие свое подтверждение в международных публикациях: по уменьшению числа послеоперационных осложнений (Kilic A. et al., 2009), длительности послеоперационного дренирования и госпитализации пациентов (Zhang L. et al., 2013), а также по доле тяжелых осложнений и летальных исходов (Kilic A. et al., 2009). Сохранение легочной паренхимы вместе с минимизацией травмы дыхательной мускулатуры демонстрируют преимущества в выборе объема и доступа оперативного вмешательства у пациентов с тяжелой хронической обструктивной болезнью легких (Lau K.K.W. et al., 2010). Выполнение таким больным сегментэктомий признано разумной альтернативой Европейским Респираторным Обществом (Brunelli A. et al., 2009), Британским Торакальным Обществом (Lim E. et al., 2010) и Американской коллегией врачей-специалистов по заболеваниям грудной клетки (Brunelli A. et al., 2013). В то же время, не до конца понятно, насколько технически более сложная операция безопаснее для больного. Есть ли преимущества раннего послеоперационного периода среди больных без коморбидности? Ряд авторов публикует данные, подтверждающие равнозначность лоб- и сегментэктомий по числу и тяжести послеоперационных осложнений (Амиралиев А.М. и соавт., 2019; Hwang Y. et al., 2015; Tane S. et al., 2019). Более того, существуют публикации, наоборот демонстрирующие преимущества долевых резекций легкого при условии их выполнения из торакоскопического доступа (Deng B. et al., 2014). Сама функциональная неоперабельность больных также подвергается сомнению (Brunelli A. et al., 2007; Saito H. et al., 2014), поскольку существующие рекомендации базируются на результатах лечения больных из торакотомного доступа. Вероятно, анализ ближайших результатов именно миниинвазивных лоб- и сегментэктомий даст современный ответ на поставленный вопрос.

В-третьих, одно из наиболее очевидных преимуществ сегментэктомии – сохранение функционирующей паренхимы легкого, также не имеет единой интерпретации среди исследователей (Suzuki H. et al., 2017; Gu Z. et al., 2018; Tane S. et al., 2019; Chen L. et al., 2021; Shin S. et al., 2022). Функциональные

результаты зависят от травматичности доступа (Zhang Y. et al., 2016), срока с момента операции (Gu Z. et al., 2018), оперируемой доли (Kim S.J. et al., 2015), числа удаляемых сегментов (Gu Z. et al., 2018; Tane S. et al., 2019), предоперационного уровня дыхательных резервов (Keenan R.J. et al., 2004; Kashiwabara K. et al., 2009), способа обработки межсегментарных границ (Tane S. et al., 2019; Chen L. et al., 2021) и, вероятно, многое другого. При этом в одних исследованиях подтверждаются преимущества сегментэктомий над лобэктомиями (Macke R.A. et al., 2015; Gu Z. et al., 2018; Tao H. et al., 2019), при их равнозначности в других исследованиях (Nomori H. et al., 2001; Kashiwabara K. et al., 2009; Saito H. et al., 2014). Нет единого мнения и о прогностической значимости ожидаемого послеоперационного резерва дыхательной функции (Chen L. et al., 2021). Разнородность анализируемых данных и ограниченное число публикаций по данной теме, безусловно, требует дополнительных исследований.

Наконец, отбор пациентов с периферическим раком легкого для выполнения сегментэктомий также претерпевает изменения во времени. С одной стороны, потребовалось осуществить множество исследований: ретроспективных без рандомизации (Okada M. et al., 2006; Shapiro M. et al., 2009; Yamashita S. et al., 2011), комбинирующих накопленные ретроспективные данные в мета-анализах (Ijsseldijk M.A. et al., 2020), а также проспективных рандомизированных исследований (Saji H. et al., 2022; Altorki N. et al., 2023), для того, чтобы опровергнуть результаты работы R.J. Ginsberg et al. 1995 года (Ginsberg R.J. et al., 1995) и определить легитимную роль сегментэктомий в лечении периферического рака легкого диаметром 2 см и менее (Ettinger D.S. et al., 2017). С другой стороны, начиная с 2014 года в международной литературе продолжают появляться публикации, подтверждающие равнозначность онкологической радикальности сегмент- и лобэктомий при размере периферической опухоли до 3 см (Landreneau R.J. et al., 2014; Kamigaichi A. et al., 2020; Lin B. et al., 2021). Однако, уровень доказательности данных работ не велик, а демонстрируемые данные противоречивы, что, безусловно, требует дальнейшего изучения вопроса.

## **Степень разработанности темы исследования**

Российскими учеными опубликованы немногочисленные исследования, посвященные торакоскопическим анатомическим сегментэктомиям (Колбанов К.И. и соавт., 2016; Амиралиев А.М. и соавт., 2019; Порханов В.А. и соавт., 2019; Левицкий А.В. и соавт., 2021; Атюков М.А. и соавт., 2024; Kudriashov G. et al., 2020). Большая часть из них посвящена какой-либо одной нозологической форме: онкологические исследования (Амиралиев А.М. и соавт., 2019; Левицкий А.В. и соавт., 2021) и фтизиатрические исследования (Kudriashov G. et al., 2020). В остальных работах доля сегментэктомий составляет менее 5% от общей выборки анализируемых больных (Колбанов К.И. и соавт., 2016; Атюков М.А. и соавт., 2024). Ранние послеоперационные результаты и техническая сложность выполнения торакоскопических сегментэктомий остаются малоизученными.

Отдаленные результаты при раке легкого представлены в трех исследованиях, содержащих данные 13 (Колбанов К.И. и соавт., 2016), 38 (Левицкий А.В. и соавт., 2021) и 46 (Амиралиев А.М. и соавт., 2019) пациентов, перенесших сегментэктомию.

Оценка динамики общедоступных показателей функции внешнего дыхания в течение 6 месяцев послеоперационного периода в зависимости от объема удаляемой паренхимы в разные сроки с момента операции производится впервые.

Все изложенное позволяет считать тему торакоскопических сегментэктомий практически не освещенной в российской медицинской литературе, что и послужило основанием для выполнения данного исследования.

## **Цель исследования**

Улучшить результаты хирургического лечения больных различными хирургическими заболеваниями легких, путем обоснования целесообразности и возможности выполнения торакоскопических сегментэктомий.

## **Задачи исследования**

1. Изучить ближайшие результаты торакоскопических сегментэктомий при различных хирургических заболеваниях легких и сравнить их с результатами торакоскопических лобэктомий.
2. Изучить технические особенности выполнения сегментэктомий торакоскопическим доступом и оценить их влияние на ближайшие результаты.
3. Оценить динамику показателей функции внешнего дыхания через 1, 3 и 6 месяцев после торакоскопических лоб- и сегментэктомий.
4. Оценить точность общепринятой формулы расчета ожидаемой послеоперационной функции внешнего дыхания после торакоскопических сегмент- и лобэктомий.
5. Изучить отдаленные результаты торакоскопических сегментэктомий и лобэктомий при IA стадии немелкоклеточного рака легкого.

## **Научная новизна исследования**

Впервые на репрезентативном клиническом материале проанализированы результаты и технические особенности выполнения торакоскопических сегментэктомий при различных хирургических заболеваниях легких.

Дана клинико-функциональная характеристика больных в различные сроки после сегментэктомий в сравнении с лобэктомиями, в зависимости от степени тяжести ХОБЛ, а также числа и локализации удаляемых сегментов.

Показано, что у больных ХОБЛ тяжелой и крайне тяжелой степени по GOLD торакоскопические сегментэктомии не имеют преимуществ в ближайших и функциональных результатах в сравнении с лобэктомиями.

## **Теоретическая и практическая значимость**

Впервые выполнены торакоскопические сегментэктомии с использованием перфузионных способов определения межсегментарных границ с помощью

индоцианина зеленого, детально описана техника таких операций, показаны преимущества методики в сравнении с вентиляционными пробами, в особенности у больных с ХОБЛ.

Продемонстрирована выполнимость торакоскопических сегментэктомий при различных хирургических заболеваниях легкого с приемлемыми ближайшими и отдаленными результатами.

Представлены отдаленные результаты торакоскопических сегментэктомий при раке легкого IA стадии и показано, что при опухолях диаметром более 2 см показатели общей, безрецидивной и опухоль-специфической выживаемости уступают результатам торакоскопических лобэктомий.

### **Методология и методы исследования**

Методологическая база данного диссертационного исследования основывалась на принципах надлежащей клинической практики применительно к торакальной хирургии. Для получения необходимой научной информации применялись основные клинические, лабораторные, инструментальные, а также общенаучные методы, выполнялись анализ и сопоставление полученных результатов. Объектом исследования явились пациенты разного пола и возраста, которым выполнялись анатомические резекции при различных хирургических заболеваниях легких. Предметом исследования были различия в результатах диагностических исследований и хирургического лечения пациентов: после торакоскопических сегмент- и лобэктомий. Оценивались интра- и ранние послеоперационные результаты, показатели функции внешнего дыхания через 1, 3 и 6 месяцев после операции, а также параметры выживаемости больных после хирургического лечения IA стадии немелкоклеточного рака легкого. При проведении данного исследования соблюдались требования Национального стандарта Российской Федерации «Надлежащая клиническая практика» ГОСТ Р 52379-2005, использовались современные методы обработки информации и статистического анализа.

## **Положения, выносимые на защиту**

1. Торакоскопические сегментэктомии являются безопасными операциями при хирургических заболеваниях легкого, не уступая в эффективности торакоскопическим лобэктомиям вне зависимости от этиологии патологического процесса.

2. Интраоперационные кровотечения и конверсия объема оперативного вмешательства при торакоскопических сегментэктомиях чаще происходят у больных с нетипичной сосудистой анатомией. Выполнение сложных сегментэктомий не повышает частоту интра- и послеоперационных осложнений, увеличивая время оперативного вмешательства.

3. Выполнение торакоскопических сегментэктомий сопровождается меньшим снижением показателей функции внешнего дыхания в сравнении с лобэктомиями. Особенно эти преимущества достигаются при выполнении моно- и бисегментэктомий.

4. Предложенные ранее формулы расчета послеоперационной ОФВ1 неприменимы при торакоскопических анатомических резекций легких, поскольку для сегментэктомий расчётные показатели существенно завышены, а для лобэктомий – занижены. Прогнозируемый послеоперационный ОФВ1 менее 40% является достоверным негативным предиктором осложненного течения послеоперационного периода.

5. Показатели 5-летней онкологической выживаемости больных раком легкого IA стадии для опухолей T1a и T1b не имеют достоверных различий в группах сегмент- и лобэктомий. Выполнение сегментэктомии при опухоли T1c приводит к ухудшению отдаленных результатов.

## **Степень достоверности и апробация результатов**

Работа основана на статистической обработке и анализе данных, полученных в рамках оценки 268 историй болезни на предмет периодических,

функциональных и отдаленных результатов. Достоверность полученных результатов обусловлена достаточным и репрезентативным количеством наблюдений. Статистический анализ и интерпретация полученных результатов проведены с использованием современных методов обработки информации и статистического анализа.

Результаты научного исследования изложены в практическом руководстве для врачей «Торакоскопические сегментэктомии с использованием NIR/ICG – флюоресценции» и внедрены в практику работы отделения торакальной хирургии СЗОНКЦ и имени Л.Г. Соколова ФМБА РФ (Санкт-Петербург), отделения торакальной онкологии № 6 ГБУЗ «Городской Клинический Онкологический Диспансер» (Санкт-Петербурга).

Материалы диссертации используются в педагогической, научной и практической деятельности сотрудниками кафедры госпитальной хирургии медицинского института Санкт-Петербургского государственного университета.

Основные положения диссертации доложены на IX, X и XIII международных конгрессах «Актуальные направления современной кардио-торакальной хирургии» (г. Санкт-Петербург, 2019, 2021 и 2024); на IV, V и VII научно-практической конференции с международным участием «Онкология будущего» (г. Санкт-Петербург, 2021, 2022 и 2024); на 30-м Конгрессе всемирного общества сердечно-сосудистых и торакальных хирургов (г. Санкт-Петербург, 2022); на X, XII и XIII Российско-Европейском образовательном симпозиуме по торакальной хирургии имени академика М.И. Перельмана (г. Казань, 2021, 2024 и 2025); на XII съезде Российского Общества Эндоскопических хирургов (г. Москва, 2019); на X международном молодежном медицинском конгрессе «Санкт-Петербургские научные чтения» (г. Санкт-Петербург, 2024); на 25-й ежегодной конференции европейского общества торакальных хирургов (г. Инсбрук, Австрия, 2017); на 33-й ежегодной конференции европейской ассоциации кардио-торакальных хирургов (г. Лиссабон, Португалия, 2019).

## **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 12 работ в научных изданиях, из них 6 в рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией Минобрнауки России для публикации результатов диссертационных исследований и индексируемых в международной базе цитирования Scopus. Получено Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024688055 «Программа для формирования сопоставимых групп сравнения в ретроспективных контролируемых нерандомизированных клинических исследованиях».

### **Личное участие автора в получении результатов**

Определена цель научной работы, поставлены задачи, самостоятельно разработан дизайн исследования, произведен поиск, а также анализ отечественной и зарубежной литературы. Самостоятельно осуществлено клиническое обследование, до- и послеоперационное ведение, а также анализ результатов лечения 262 пациентов с различными хирургическими заболеваниями легких, которым выполнено 268 анатомических резекций легких. Автор лично участвовал в большинстве хирургических вмешательств, выполняя различные этапы операций у пациентов, включенных в исследование. Все результаты исследования получены, статистически обработаны и проанализированы автором самостоятельно.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация изложена на 171 странице, состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и библиографического указателя. Работа иллюстрирована 45 таблицами, 36 рисунками. Список литературы включает 139 источников, среди которых 11 работ отечественных авторов и 128 зарубежных.

## Глава 1

### ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

#### **1.1 История развития сегментэктомий при различных заболеваниях легких и их отдаленные результаты при раке легкого**

Первое упоминание о выполнении сегментэктомии представлено в публикации E.D. Churchil и R. Belsey в 1939 г. Она посвящена удалению язычковых сегментов пациенту с локализованными бронхоэктазиями (Churchill E.D. et al., 1939). С этого момента в течение длительного времени органосохраняющий вариант хирургического лечения применялся исключительно к незлокачественным заболеваниям легких. Позже появились публикации сегментэктомий при периферическом раке ранней стадии (Peters R.M., 1982). Ретроспективный анализ первых работ не вполне удовлетворял хирургов, что привело к старту проспективного рандомизированного исследования. Его результаты были опубликованы группой американских авторов под руководством ведущего торакального хирурга США – R.J. Ginsberg в 1995 году. В работе проведено сравнение результатов хирургического лечения немелкоклеточного рака легкого IA стадии после лобэктомии и резекций меньшего объема (Ginsberg R.J. et al., 1995). Последняя группа объединяла в себе анатомические сегментэктомии и клиновидные резекции. Результаты исследования продемонстрировали значимые преимущества лобэктомий в онкологической эффективности хирургического лечения рака легкого.

Так в сравнении с лобэктомией, резекции меньшего объема увеличивали частоту рецидива на 75%, что объяснялось трехкратным увеличением доли пациентов с локорегионарным рецидивом (17,2% против 6,4%). Авторы также выявили увеличение опухоль-специфической выживаемости на 50% в группе лобэктомий. С этого момента в течение более чем двух декад сегментэктомию выполняли преимущественно в качестве компромиссной операции, а лобэктомия

сохранила статус золотого стандарта хирургического лечения рака легкого (Winckelmans T. et al., 2020). Далее роль сегментэктомий в основном ограничивалась хирургией неопухолевых заболеваний и солитарных метастазов легких.

Безусловно, описанные малочисленные нозологии не могли создать достаточной основы для широкого распространения и внедрения сегментэктомий в хирургическую практику. Опыт таких операций аккумулировался преимущественно в центрах, занимающихся хирургией туберкулеза (Елькин А.В. и соавт., 1987; Kang M. et al., 2010).

Благодаря совершенствованию схем лекарственного лечения рака разных локализаций, росла потребность в циторедуктивных операциях. И, начиная с 1980-х годов, в литературе фиксировалось увеличение доли сегментэктомий в лечении метастатического поражения легких с 3% до 23% (Berry M.F., 2014). Такой объем операции рекомендовался в случае глубоко расположенного метастаза, либо группы метастазов в одном сегменте, не доступных для удаления клиновидной резекцией (Higashiyama M. et al., 2015). Дополнительным аргументом в пользу анатомических резекций при метастатическом поражении легких считалось ее сочетание с внутридолевой лимфодиссекцией, снижающей риск локорегионарного рецидива (Kamiyoshihara M. et al., 1998) и способной улучшить общую пятилетнюю выживаемость пациентов (Huang W. et al., 2024). Не менее важным условием являлось соблюдение надежного отступа от края новообразования при резекции легочной паренхимы (Higashiyama M. et al., 2015).

Полноценное удаление пораженного участка легкого всегда имело значение и для воспалительных заболеваний. В лечении специфических (туберкулез, микобактериоз, аспергиллез) и неспецифических (бронхоэктазии, хронические абсцессы) поражений легких хирургу требовалось сочетать удаление всей пораженной паренхимы с максимальным сохранением функционирующей ее части. Для решения этой задачи идеально подошли сегментэктомии (Kang M. et al., 2010; Mitchell J.D. et al, 2012; Shiraishi Y., 2014). Однако стоит отметить, что

техника их выполнения могла сильно отличаться от сегментэктомий при злокачественных опухолях по разным причинам. Это и отсутствие необходимости в тщательной внутридолевой лимфодиссекции при неспецифических процессах. Кроме того, фтизиохирурги, например, не всегда выделяли вену удаляемого сегмента, считая наиболее принципиальным центральную обработку бронха, часто поражаемого при туберкулезе (Калеченков М.К. и соавт., 2006). Вместе с тем длительно существующий воспалительный процесс приводил как к перибронхиальному и паравазальному фиброзу, так и к рубцовой деформации самой паренхимы. Все в совокупности превращало каждую операцию в уникальную процедуру без возможности ее стандартизации и распространения.

В течение последующих лет сложились обстоятельства, стимулирующие развитие сегментарных резекций легкого. Во-первых, появились программы скрининга с низкодозной КТ органов грудной клетки (de Koning H.J. et al., 2020). Сам метод КТ приобрел большую доступность среди пациентов, что привело к выявлению рака легкого на более ранних стадиях заболевания (Sawabata N. et al., 2010; Goldstraw P. et al., 2016). Позже среди периферических новообразований легкого удалось идентифицировать специфичный для ранних форм КТ паттерн – затенение по типу «матового стекла» (Ground Glass Opacity – GGO). Оказалось, что новообразования, содержащие GGO, при патоморфологическом исследовании чаще соответствовали миниинвазивной аденокарциноме, аденокарциноме *in situ* или атипичной аденоматозной гиперплазии (Travis W.D. et al., 2011), что в свою очередь ассоциировано с минимальным риском поражения лимфатических узлов и оптимальным отдаленным прогнозом (Lin B. et al., 2021). Для определения четких КТ критериев прогнозирования подобных вариантов опухоли проведено проспективное исследование (Suzuki K. et al., 2011), в рамках которого выявлена прямая корреляция между инвазивностью аденокарциномы и соотношением солидного компонента опухоли к GGO, вычисленным по КТ (consolidation to tumor ratio – c/t ratio). При c/t ratio менее 50% специфичность прогнозирования неинвазивных форм периферического рака легкого составила 96,4%. Благодаря

этому появилась потенциальная возможность отбора на дооперационном этапе группы больных, для которых возможно выполнение радикальной операции объемом менее доли.

Во-вторых, развитие миниинвазивной хирургии, совершенствование предоперационной подготовки, а также послеоперационной курации больных, позволило с большей безопасностью оперировать пожилых пациентов с тяжелой коморбидностью (Berry M.F. et al., 2011). Ранее, несмотря на высокую заболеваемость раком легких, пожилые больные (старше 75 лет) вдвое реже получали радикальное хирургическое лечение в сравнении с более молодыми пациентами (Owonikoko T.K. et al., 2007). Теперь же появились исследования (Palma D.A. et al., 2010), продемонстрировавшие отсутствие влияния возраста на ранние послеоперационные результаты, что изменило подход к хирургическому лечению таких больных. Снижение резервов дыхательной системы, определяемое по объему форсированного выдоха за первую секунду ( $\text{ОФВ}_1$ ), также было подвержено сомнению с точки зрения пограничности функциональной операбельности.  $\text{ОФВ}_1$  рассматривался в качестве независимого предиктора осложнений и смертности после анатомической резекции легких. При снижении прогнозируемого послеоперационного  $\text{ОФВ}_1$  ( $\text{ппо}\text{ОФВ}_1$ ) менее 30% согласно данным Британского Общества Торакальных Хирургов (British Thoracic Society, 2001) выполнение анатомической резекции легкого сопровождалось смертностью до 60%. В тоже время в последующих исследованиях выявлено, что торакоскопический доступ в сравнении с торакотомным позволяет оперировать пациентов с более низкими функциональными резервами (Berry M.F. et al., 2011). Выбирая же объем удаляемой паренхимы в этом случае, хирурги рассматривали сегментэктомию как наиболее оптимальную опцию (Demir A. et al., 2015, Cerfolio R.J. et al., 2016), понимая потенциальную возможность сохранения дыхательных резервов после нее (Berry M.F. et al., 2011).

Всё в совокупности позволило накопить значительный опыт выполнения сегментэктомий при первичном раке легкого, который в совокупности противоречил выводам исследования R.J. Ginsberg et al. (1995). Подавляющее

большинство таких работ демонстрировало результаты сегментэктомий при лечении рака легкого I стадии при опухолях 2 см и менее. В многоцентровом исследовании 2006 года авторы не обнаружили статистически достоверных преимуществ в группе лобэктомий, где 5-летняя общая выживаемость составила 85,9% в сравнении с 83,4% в группе резекций легкого меньшего объема (Okada M. et al., 2006).

В более поздних ретроспективных исследованиях (Yamashita S. et al., 2011) продемонстрированы равные риски локорегионарного и системного прогрессирования I стадии рака легкого у пациентов после сегмент- и лобэктомии (7,9% против 5,6%, и 5,3% против 5,6% соответственно). Исследование M. Shapiro et al. (2009), опубликованное в то же время, не только не выявило различий в частоте рецидивов, но даже продемонстрировало более высокий их уровень после лобэктомий – 20,4%, в сравнении с 17,4% после сегментэктомии. Локорегионарный рецидив в этих группах выявлен на достаточно низком уровне и в равном соотношении – 3,6% и 3,5% соответственно.

Последующие мета-анализы также не показали статистически достоверных различий между лоб- и сегментэктомиями в онкологической эффективности операции. Так в исследовании M.A. Ijsseldijk et al. (2020) показали, что общая и безрецидивная выживаемость при pT1a (<2 см) немелкоклеточном раке легкого соизмерима в двух исследуемых группах.

С другой стороны, нельзя не отметить публикации, опровергающие равнозначность результатов сегмент- и лобэктомий при опухолях менее 2 см в диаметре. В исследовании B.A. Whitson et al. (2011) выявлены статистически достоверные преимущества лобэктомий в лечении I стадии рака легкого как по общей ( $p=0.0001$ ), так и по опухоль-специфической 5-летней выживаемости ( $p=0.0053$ ). Похожие результаты получены в мета-анализе Y. Zhang et al. (2015), в котором сегментэктомии оказывали негативное влияние на отдаленный онкологический прогноз больных в сравнении с лобэктомией.

И все же с точки зрения уровня доказательности онкологической радикальности сегментэктомий при раке легкого наиболее интересны два

больших рандомизированных исследования, завершившихся в последние годы – JCOG0802/WJOG4607L (Saji H. et al., 2022) и CALGB/ALLIANCE 140503 (Altorki N. et al., 2023).

В исследование JCOG0802/WJOG4607L (Saji H. et al., 2022) включено 1106 больных с диаметром опухоли не более 2 см и соотношением диаметра плотной и «воздушной» части опухоли менее 50%. Конечными онкологическими точками исследования выбраны общая и безрецидивная выживаемость. В отличии от работы R.J. Ginsberg (Ginberg R.J. et al., 1995) в исследовании продемонстрированы преимущества сегментэктомии в общей 5-летней выживаемости больных – 94,3% против 91,1% в группе лобэктомий. Анализ безрецидивной 5-летней выживаемость не выявил различий при практически равных значениях (88% против 87,9%). Вместе с тем, следует отметить, что в группе сегментэктомий локорегионарный рецидив опухоли встречался чаще в сравнении с группой лобэктомий, составив 11% против 5%.

В другом большом рандомизированном многоцентровом исследовании CALGB/ALLIANCE 140503 (Altorki N. et al., 2023) авторы анализировали отдаленные онкологические результаты лечения немелкоклеточного рака легкого (НМРЛ) T1aN0 после лобэктомий и резекций меньшего объема. При рандомизации в группу лобэктомий включено 357 больных. Группа резекций меньшего объема состояла из 201 клиновидной резекции и 139 сегментэктомий. При наборе пациентов в это исследование, в отличии от JCOG0802/WJOG4607L, не учитывалось «солидно-воздушное соотношение» опухоли. Статистически достоверных различий между различными объемами оперативного вмешательства при этом не получено. Так 5-летняя безрецидивная выживаемость составила 64,7% после лобэктомии, 63,8% после сегментэктомий и 62,5% после клиновидной резекции, а общая 5-летняя выживаемость: 78,7%, 81,9% и 79,7% соответственно.

При этом причины различий отдаленных результатов между двумя представленными рандомизированными исследованиями до конца не ясны. Возможно, это связано с преобладанием опухолей, полностью состоящих из GGO

в исследовании японских коллег (Saji H. et al., 2022) – их доля составляла более 50%. Возможно, причина в различиях в биологии опухоли или методике хирургической помощи в европейской и азиатской частях мира. Однако наиболее важным является факт, что впервые с 1995 года выполнение лоб- и сегментэктомий получило равнозначный статус онкологической эффективности у отобранный группы больных и позволило включить сегментэктомию в клинические рекомендации по лечению рака легкого. Условия отбора больных на сегментэктомию содержатся в рекомендациях NCCN с 2017 года, а именно, размер новообразования  $\leq 2$  см в комбинации как минимум с одним из критерии: adenокарцинома *in situ*, соотношение солидной части новообразования к общему диаметру  $\leq 0,5$ , время удвоения диаметра новообразования  $\geq 400$  дней (Ettinger D.S. et al., 2017). При строгом их соблюдении хирург может сам определять объем операции исходя из локализации новообразования и собственного опыта. Следует отметить, что на настоящий момент исследования продолжаются.

Одним из современных направлений является расширение показаний к сегментэктомии при раке легкого. Еще в 2016 году в рамках подготовки к 8-му пересмотру TNM классификации для новообразований, содержащих GGO, предложено оценивать критерий T по размеру солидного компонента (Travis W.D. et al., 2016). Безусловно, окончательное стадирование определяется по результатам патоморфологического исследования. Однако, данная идея находит свое подтверждение в исследованиях последних лет, анализирующих отдаленные результаты хирургического лечения больных.

Так в ретроспективном исследовании B. Lin et al. (2021) обнаружили, что при сопоставлении онкологических результатов пациентов с опухолями преимущественно солидного и «воздушного» типа, выживаемость выше в случаях преобладания GGO. Вместе с тем прогностическое значение как степени злокачественности по данным патоморфологического исследования, так и отдаленных результатов определял только солидный компонент опухоли, вне зависимости от размера GGO. Авторы также продемонстрировали сопоставимую безрецидивную выживаемость после сегмент- и лобэктомии у пациентов с общим

размером новообразования от 21 до 30 мм, солидный компонент которого не превышал 20 мм. Аналогичные результаты были получены в исследовании A. Kamigaichi et al. (2020), где солидный компонент опухоли составлял от 17,8 мм до 25 мм. Безрецидивная выживаемость между сегмент- и лобэктомиями составила 79,5% в группе сегментэктомий против 80,1% в группе лобэктомий. При сравнении отдаленных результатов у пациентов с опухолью менее 3 см в диаметре R.J. Landreneau et al. (2014) также не выявили статистически достоверных различий между сегмент- и лобэктомиями в локорегионарном рецидиве (5,5% против 5,1%,  $p=1,0$ ), отдаленном (14,8% против 11,6%,  $p=0,29$ ) и общем (20,2% против 16,7%,  $p=0,3$ ) прогрессировании рака легкого. При этом анализ полученных результатов показал идентичные: низкую общую пятилетнюю выживаемость (54% против 60%,  $p=0,258$ ) и долю пациентов без прогрессирования в течения 5 лет (70% против 71%,  $p=0,467$ ). Этот вопрос пока не обрел доказательной базы уровня рандомизированного проспективного исследования и требует дальнейшего изучения.

Таким образом, анатомические сегментэктомии прошли долгий волнообразный путь развития от единичных публикаций при воспалительных заболеваниях легких к пионерским работам хирургии рака легкого с последующим возвращением в стены неонкологических операционных и повторным возрождением хирургии ранних форм рака легкого, у истоков которого мы находимся на настоящий момент.

## **1.2 Технические особенности выполнения сегментэктомий**

Выполнение сегментэктомий торакоскопически потребовало использования специальных приемов, особенно в отношении идентификации и разделения межсегментарных границ, что зачастую может создавать дополнительные трудности. Кроме того, ограниченные возможности пальпации патологического очага в легком могут усложнить контроль за границами резекции. Именно

поэтому техническим аспектам торакоскопических сегментэктомий посвящены ряд публикаций, методик и руководств (Nomori H. et al., 2012; Sato M. et al., 2019; Zhang M. et al., 2020).

В зависимости от числа межсегментарных плоскостей сегментэктомии принято классифицировать на «простые» и «сложные» (Handa Y. et al., 2020). Простые сегментэктомии включают: верхнюю трисегментэктомию слева ( $S^{1+2-3}$ ), резекцию язычковых сегментов ( $S^{4-5}$ ), резекцию верхушечного сегмента нижних долей ( $S^6$ ). В то время как сложной сегментэктомией принято называть изолированное удаление 1 сегмента любой доли (за исключением  $S^6$ ), либо комбинированное удаление сегментов (бисегментэктомии или сегментэктомия комбинированная с субсегментэктомией). Вместе с тем, не все авторы придерживаются единой классификации сложности, включая, например, в группу «простых» сегментэктомий изолированную резекцию S8 или S1 (Wang C. et al., 2021). Отсутствие единства в определении, безусловно, имеет свое отражение и в получаемых результатах. Так, ряд авторов не выявляет статистически достоверных послеоперационных различий между «простыми» и «сложными» сегментэктомиями (Kudriashov G. et al., 2020; Wang C. et al., 2021), в то время как другие описывают возможность двукратного увеличения осложнений после «сложных» сегментэктомий (Karenovics W. et al., 2019). Тем не менее, в условиях отсутствия единого определения «простой» сегментэктомии нет сомнения в ее «сложности» относительно лобэктомии, особенно в торакоскопическом исполнении (D'Amico T. et al., 2011).

### ***1.2.1 Идентификация сегментарной анатомии***

Общеизвестно, что сегментарная и субсегментарная анатомия существенно более вариабельна, поэтому «типовых» вариантов при сегментэктомиях существенно больше, чем при лобэктомиях (Sato M. et al., 2019; Hu W. et al.,

2021). Широкое внедрение 3D реконструкции КТ в лучевой диагностике способствовало появлению публикаций, анализирующих варианты сегментарной анатомии в попытке их систематизировать (Nagashima T. et al., 2015). Тем не менее, единой международной классификации на настоящий момент нет. Единичные публикации содержат информацию известных вариантов сегментарных сосудов или бронхов внутри каждой доли (Shimizu K. et al., 2016; Zhang M. et al., 2020). Авторы базируют свою классификацию на архитектонике венозного русла, объясняя это большим значением венозного оттока сохраненной части легкого. Более подробно описаны разновидности деления бронха, артерий и вен для каждой анатомической единицы легкого в монографии H. Nomori et al. (2012). В ней же указана и встречаемость таких вариантов, что позволяет косвенно судить об уникальности сегментарной анатомии оперируемого легкого. В то же время знание всех вариантов не позволяет заранее предположить анатомию легкого. Именно поэтому предоперационная 3D реконструкция является неотъемлемым компонентом успешной операции (Белков Д.С. и соавт., 2017).

В исследовании 2020 года B. Qiu et al. (2020) выяснили у хирургов в чем именно 3D реконструкция перед операцией помогает им. Подавляющее большинство (88%) респондентов отметили, что данная модель улучшает понимание сегментарной анатомии, что в свою очередь позволяет минимизировать риск потенциальных интра- и послеоперационных осложнений. Это подтверждают исследования, оценивающие ближайшие результаты сегментэктомий с 3D реконструкцией и без нее (Xue L. et al., 2018; Zhang M. et al., 2019; Qiu B. et al., 2020; Wu X. et al., 2021; Zhu X.Y. et al., 2021; Wang X. et al., 2022). Авторы демонстрируют снижение времени операции (Xue L. et al., 2018; Zhang M. et al., 2019; Qiu B. et al., 2020; Wang X. et al., 2022), уменьшение числа кассет для прошивания легочной паренхимы (Wang X. et al., 2022), а также снижение интраоперационной кровопотери и послеоперационной негерметичности аппаратного шва (Zhu X.Y. et al., 2021). Так, например, в исследовании X. Wu et al. (2021) выявлены статистически значимое увеличение среднего времени операции с 55 до 74 минут у пациентов без предоперационной

3D реконструкции. Истечение воздуха по дренажу впервые послеоперационные сутки также чаще регистрировалось у пациентов без 3D реконструкции – 56,4% в сравнении с 16,4% в группе с 3D КТ. Кроме того, продемонстрировано и уменьшение числа конверсий как объема операции до дополнительного сегмента или доли, так и операционного доступа в торакотомию, особенно среди пациентов со «сложными» сегментарными резекциями (Chen Y. et al., 2020). В исследовании Y. Chen et al. конверсия в торакотомию выполнена в 10,5% случаев – все пациенты из группы без предоперационного 3D планирования с особенностями артериального кровоснабжения удаляемых сегментов. Увеличение объема удаляемой паренхимы до доли также выполнено только в контрольной группе у четырех больных (Chen Y. et al., 2020).

Соблюдение надежного отступа от злокачественной опухоли до края резекции паренхимы – одно из обязательных условий сегментэктомии. Его величина должна составлять не менее 2 см или диаметра самого новообразования (NCCN Guidelines, Version 2.2023). При непальпируемом очаге в легком эта задача становится практически невыполнимой без вспомогательных методик. Для обнаружения патологического очага описаны методы его маркирования при помощи крюка (Iguchi T. et al., 2018), микроспирали (Lin C.W. et al, 2019) или красителя (Anayama T. et al., 2018). Чаще такие методы применяются для выполнения клиновидной резекции легкого. В случае же когда маленькая опухоль располагается глубоко в паренхиме и недоступна для клиновидной резекцией, единственной опцией остается сегментэктомия, успех которой во многом зависит от предоперационного планирования и навигации. Использование с этой целью стандартной картинки КТ без реконструкции недостаточно эффективно. Этот факт наглядно продемонстрирован в работе W. Bakhuys et al. (2023), когда у 14% оперируемых больных опухоль обнаружена в соседнем с планируемым к резекции сегменте. В исследовании X. Wu et al. (2021) показано снижение частоты близкого к опухоли края резекции паренхимы с 4 случаев в группе без предоперационного планирования до 0 в группе больных с 3D КТ реконструкцией.

Аналогичные результаты получены и в исследовании L. Xue et al. (2018) (Xue L. et al., 2018).

Таким образом, представленные работы, безусловно, подтверждают необходимость предоперационного 3D планирования сегментэктомии для увеличения безопасности и эффективности торакоскопической хирургии. Вместе с тем, детального понимания особенностей анатомии и точного определения локализации новообразования недостаточно для успешного завершения операции. После обработки сегментарных сосудов и бронха, крайне важно визуализировать границы сегмента.

### ***1.2.2 Выявление межсегментарных границ***

Большинство торакальных хирургов при открытых операциях предпочитают использовать для оценки границ между сегментами вентиляционные пробы (Okada M. et al., 2006). Часть хирургов ориентируется на межсегментарные вены, разделяя легочную паренхиму острым путем (Nomori H. et al., 2012). Другие специалисты осуществляют контрастное «прокрашивание» тканей легкого через вены, артерии и бронхи (Zhang Z. et al., 2015). Совершенно новый подход к определению границ возник с внедрением в клиническую практику флюоресцентной торакоскопии с индоцианином зеленым (ICG) (Misaki N. et al., 2010; Tarumi S. et al., 2014).

#### ***Вентиляционный метод***

Вентиляционный метод определения межсегментарной границы на основании инфляции и/или дефляции удаляемого сегмента является классическим и описан с момента первых сегментэктомий (Churchill E.D. et al., 1939). Однако инфляция всего оперируемого легкого после пережатия сегментарного бронха может приводить к распространению воздуха по порам Кона внутрь удаляемого

сегмента, скрывая его истинную границу (Okada M. et al., 2007). При этом расправление невентилируемых участков легкого, особенно у больных эмфиземой, еще больше затрудняет точную идентификацию межсегментарной щели и края резекции.

Селективная вентиляция удаляемого сегмента в некоторой степени улучшает надежность метода для торакоскопии (Oizumi H. et al., 2014). Известно несколько вариантов селективной вентиляции бронха. Один из них основан на том, что удаляемый сегмент, раздутий после прошивания бронха, не способен сдуваться, поскольку поры Кона не выпускают поступающий без давления воздух (Chen L. et al., 2021). Считается, что при дефляции на межсегментарные границы в меньшей степени влияет коллатеральная вентиляция (Oizumi H. et al., 2014). Добиться коллапса такого сегмента возможно лишь при надавливании на него. Однако данный метод требует дополнительного времени, особенно применительно к торакоскопическому исполнению сегментэктомии. Полностью раздув оперируемую долю хирург вынужден в течение длительного времени ждать коллапса, не прикасаясь к легкому. Более того, у пациентов с выраженной ХОБЛ, особенно с бронхитическим ее типом, скопившаяся в бронхах мокрота затрудняет самостоятельное коллаборирование в том числе и сохраняемой части доли (Misaki N. et al., 2010; Oizumi H. et al., 2014).

Предложена также селективная вентиляция удаляемого сегмента, осуществляемая с использованием инъекции воздуха через инструментальный канал фибробронхоскопа (Okada M. et al., 2007). Другие авторы прелагают раздуть удаляемый сегмент через сегментарный бронх путем интраоперационной пункции дистальной культи этого бронха венозным катетером и введением в него воздуха (Kamiyoshihara M. et al., 2007). Однако такая манипуляция может оказаться небезопасной. В некоторых публикациях описаны случаи воздушной эмболии в результате случайной пункции межсегментарной вены (Otsuka T. et al., 2011).

В целом, к преимуществам вентиляционного метода определения межсегментарных границ можно, прежде всего, отнести простоту выполнения

(Sato M. et al., 2019). Однако следует принять во внимание и недостатки: длительность, возможное искажение истинных границ сегмента, нарушение визуализации и уменьшение пространства для манипуляций при торакоскопии, дополнительное оборудование при использовании бронхоскопа, опасность воздушной эмболии (Otsuka T. et al., 2011).

### *Метод анатомических ориентиров*

Ряд хирургов используют анатомические ориентиры для идентификации межсегментарных границ, основными из которых являются межсегментарные вены (Oizumi H. et al., 2014). Рассекая ткань вдоль межсегментарной вены, хирург сохраняет венозный возврат из остающихся сегментов, что в торакальной хирургии может иметь существенное значение. В публикации 2014 года H. Saito et al. описывают классическую методику поиска и разделения межсегментарных границ. После пересечения артерий и вен удаляемого сегмента, авторы лигируют целевой бронх, пунктируют его и наполняют воздухом. Далее по границе раздутой и коллабированной части паренхимы осуществляют ее разделение электрокоагулятором, ориентируясь на межсегментарные вены. В итоге такого разделения на сохраненной части доли легкого образуется раневая поверхность, которую авторы предлагают укрывать сеткой из рассасывающейся полигликолевой нити с последующим нанесением фибринового клея (Saito H. et al., 2014). Из 68 больных, оперированных в объеме сегментэктомии с формированием обширной раневой поверхности легкого, лишь у четырех (5,9%) зафиксировано истечение воздуха по дренажу более 7 дней. Не отмечено ни одного случая пневмонии или гиповентиляции оперированного легкого. Однако при относительно точном определении межсегментарной границы этот метод также приводит к выраженной кровоточивости из-за отрыва мелких венозных притоков (Nomori H. et al., 2012).

Тем не менее, для удаления задних сегментов нижних долей такой подход при открытых операциях ряд авторов считал единственным возможным по причине глубокого расположения искомых бронхов (Oizumi H. et al., 2014). В тоже время,

широкая вариабельность венозного русла значительно усложняет поиск самого ориентира для резекции (Wang X. et al., 2022). И даже после обнаружения межсегментарной вены, резекция не подразумевает использование сшивающих аппаратов, поскольку рассекать ткань в глубине паренхимы необходимо строго вдоль вены (Oizumi H. et al., 2014).

При проведении торакоскопических сегментэктомий использование данного метода оправдано для сохранения центральных частей межсегментарных вен при наложении сшивающих аппаратов на удаляемую часть паренхимы.

### *Инъекционный метод с красителем*

Изучение различных красителей, вводимых в элементы корня сегмента, развивалось вместе с потребностью в выполнении сегментэктомий. S. Sugimoto et al. (2011) на модели животных определяли межсегментарные границы с помощью инъекции индигокармина в ветви легочной артерии и бронхов свинок. Другие авторы с этой целью использовали метиленовый синий, введенный в дистальные культи сегментарных бронхов, вен и артерий оперируемых пациентов (Zhang Z. et al., 2015). Кроме того, описан опыт интрабронхиальной инъекции индоцианина зеленого при открытых сегментэктомиях (Oh S. et al., 2013). Наряду с тем, что все эти методы позволяют достаточно точно определить межсегментарные границы легкого, их объединяют общие недостатки.

Авторы отмечают необходимость дополнительных манипуляций с элементами корня сегмента, от точности которых зависит распределение препарата: прицельная инъекция с минимальной погрешностью по глубине, методы герметизации пунктируемой структуры, длительное введение для равномерного окрашивания (Peeters M. et al., 2024). Анализируя этот опыт, следует признать, что инъекционный метод требует значительного количества красителя, поскольку в отсутствии кровообращения необходимо заполнить сосудистое русло удаляемого сегмента (Peeters M. et al., 2024). Вместе с тем избыточное введение красителя может привести к перенаполнению удаляемого сегмента и техническим трудностям при извлечении препарата. Введение

красителя в сегментарные легочные артерии – трудоемкий и недостаточно надежный способ, особенно для сегментов, которые кровоснабжаются через несколько артерий (Sugimoto S. et al., 2011).

При эндобронхиальном введении могут возникать проблемы с распределением красителя в бронхиальном дереве, вследствие наличия значительного количества вязкого секрета. В хирургии воспалительных заболеваний легких, либо у пациентов с выраженным обструктивным синдромом, эффективность эндобронхиального пути введения красителя зависит от тщательности санации бронхиального дерева (Zhang Z. et al., 2015).

### *Перфузионный метод с красителем*

Принципиально новым стал метод, основанный на определении границ сегментов между перфузируемой и неперфузируемой частью легочной паренхимы при помощи флюоресцентного красителя – индоцианина зеленого (Oh S. et al., 2013; Tarumi S. et al., 2014). После пересечения сегментарных сосудов и бронха краситель, введенный в системный кровоток, выявляется в перфузируемой части легкого по флюоресцентному свечению. В удаляемой части свечения нет, поскольку туда ICG не попадает (Peeters M. et al., 2024).

Поскольку этот способ не требует вентиляции оперируемого легкого, это гораздо удобнее для торакоскопического исполнения сегментэктомии, особенно в случаях выраженной эмфиземы легких. С другой стороны, эмфизематозные участки легкого, как правило, меньше перфузируются, что может снижать интенсивность флюоресценции (Misaki N. et al., 2010). Некоторое время недостатком метода считали аллергическую реакцию вплоть до анафилактического шока, однако доля анафилактического шока при введении ICG в дозе менее 0,5 мг/кг массы тела составляет 0,003%, значительно увеличиваясь после порога в 5 мг/кг массы тела (Speich R. et al., 1988). Современные оптические системы позволяют использовать препарат в значительно меньших объемах, что приближает риски аллергической реакции к нулю.

Таким образом, к преимуществам перфузионных методов определения межсегментарных границ следует отнести достоверность границ, простоту и высокую скорость выполнения, свободу манипуляций. Недостатком является необходимость специального оборудования и вероятность неэффективности в случае неполной изоляции удаляемой части легкого из системного кровотока (Peeters M. et al., 2024).

Заключая данный раздел, следует отметить, что торакоскопические сегментэктомии, являясь одними из наиболее сложных и вариабельных анатомических резекций легких, при должном предоперационном планировании и использовании современного оборудования могут стать понятными и воспроизводимыми оперативными вмешательствами.

### **1.3 Ближайшие результаты торакоскопических сегментэктомий**

Изначально сегментэктомии отводилась роль альтернативы лобэктомии у пожилых пациентов с высокой коморбидностью (Kilic A. et al., 2009). Можно предположить, что в таком случае они должны сопровождаться низким риском интра- и послеоперационных осложнений.

В исследовании 2009 года A. Kilic et al. нашли подтверждение данной гипотезе, сравнив результаты лечения 184 пациентов старше 75 лет, перенесших 78 сегмент- и 106 лобэктомий. Предоперационные характеристики оперированных больных не отличались между группами, за исключением большей доли хронической обструктивной болезни легких (42% против 16%) и сахарного диабета (19% против 6%) в группе сегментэктомий. При этом доля летальных исходов наблюдалась в ней гораздо реже – 1,3%, против 4,7% в контрольной группе, в том числе за счет снижения числа тяжелых послеоперационных осложнений (11,5% против 22,5% соответственно). Наибольшие различия выявлены по частоте послеоперационных пневмоний,

тяжелой дыхательной недостаточности, инфаркта миокарда и внезапной сердечной смерти, превалирующих в группе лобэктомий. В исследовании A.E. Martin-Ucar et al. (2005) показано, что основной независимый фактор риска осложнения как после сегмент-, так и лобэктомии – предоперационный уровень ОФВ<sub>1</sub>. В современных работах также уделяют значительное внимание резервам дыхательной системы, как основополагающему прогностическому фактору послеоперационного периода, учитывая при этом и тяжесть сопутствующей патологии (Bédat B. et al., 2019). Тем удивительнее, что в представленной работе A. Kilic et al. (2009) большее число больных с низкими респираторными резервами в группе сегментэктомий не привело к худшим послеоперационным результатам.

Вместе с тем, анализ больных без значимого снижения ОФВ<sub>1</sub> до операции в проспективном многоцентровом рандомизированном исследовании Stamatis G. et al. (2019) подтвердил равнценность сегмент- и лобэктомий в отношении периоперационных осложнений с преимуществом по качеству жизни у пациентов после паренхимосохраняющих операций. В публикации представлены результаты хирургического лечения 108 больных с периферическим раком легкого диаметром менее 2 см, разделенных в зависимости от объема удаляемой паренхимы на две равные группы. Операции в группах не отличались ни по среднему объему кровопотери (200 мл), ни по средней длительности операции (183 и 196 минут). При этом доля общих осложнений в раннем периоде после сегментэктомии составила 11,3% без статистической разницы с группой лобэктомий – 14,8% ( $p=0,563$ ). Однако авторы продолжили анализ и после выписки больных, до 90 дней после операции. Проведенный анализ показал увеличение числа общих осложнений в группе сегментэктомий до 17%, а после лобэктомий до 25,9%.

Авторы выявили статистически значимые различия в степени одышки между группами: после сегментэктомии больные отмечали увеличение одышки относительно предоперационного уровня в течение 3 месяцев ( $p=0,003$ ), а после лобэктомии данный симптом сохранялся до 12 месяцев (Stamatis G. et al., 2019).

Таким образом, было показано, что среди пациентов с нормальным уровнем функциональных резервов дыхательной системы выполнение сегментэктомии приводит к уменьшению числа послеоперационных осложнений со статистически достоверным улучшением качества жизни в течении 12 месяцев в сравнении с лобэктомиями.

Преимущества сегментэктомий в раннем послеоперационном периоде зафиксированы по результатам двух крупных мета-анализов последних 5 лет. T.Y. Lim et al. (Lim T.Y. et al., 2019) проанализировали послеоперационные осложнения 7 исследований, удовлетворяющих критериям надежности. Среди тяжелых осложнений чаще других встречались сердечно-сосудистые (инфаркт миокарда, внезапная сердечная смерть), легочные (пневмония, эмпиема, бронхоплевральная фистула, тяжелая дыхательная недостаточность с продленной инвазивной вентиляцией) и другие (септицемия, тромбоэмболия легочной артерии, инсульт). Отношение шансов для сегментэктомии составило 0,71 с 95% доверительным интервалом 0,58-0,87 ( $p=0,0001$ ). Это подтверждает, что выполнение сегментэктомии приводит к меньшему числу послеоперационных осложнений. Похожий результат с большими различиями получен в мета-анализе 2021 года – меньшее число послеоперационных осложнений выявлено в группе сегментэктомий (отношение шансов 0,52,  $p=0,0001$ ) (Berg E. et al., 2021).

С другой стороны, в ретроспективном анализе M.J. Schuchert et al. не обнаружили статистически достоверных различий между группами ни в послеоперационной смертности (1,1% против 1,3%), ни в послеоперационных осложнениях (32,4% против 33,7%). Однако при этом они отметили преимущества сегментэктомии по интраоперационным показателям: укорочение средней длительности операции (147 минут против 216 минут) и уменьшение средней кровопотери (185 мл против 291 мл) (Schuchert M.J. et al., 2007).

S. Tane et al. в 2019 году попарно сравнивая торакоскопические анатомические резекции, также не выявили статистически достоверных различий в числе послеоперационных осложнений между группами. В этом исследовании частота осложнений после сегментэктомии составила 8,1%, а после лобэктомии –

10,8%. Самым частым осложнением в этом ретроспективном исследовании оказалась длительная негерметичность легочной паренхимы, а также нарушения сердечного ритма. Кроме того, в группе лобэктомий описаны гемотораксы, в группе сегментэктомий – пневмонии оперированного легкого. А вот интраоперационные результаты, в отличие от исследования M.J. Schuchert (2007) (Schuchert M.J. et al., 2007) между группами не различались: средние длительность операции и объем кровопотери для сегментэктомии 184 минуты и 45 мл, а для лобэктомии 191 минута и 63 мл (Tane S. et al., 2019).

В работе Y. Hwang et al. (Hwang Y. et al., 2015) также не выявлены статистически достоверные различия ранних послеоперационных результатов двух сравниваемых групп. При этом доля общих послеоперационных осложнений после лобэктомии составила 17,2% против 10,6% в группе сегментэктомий. Анализ вариантов осложнений не показал различий в частоте пневмонии и тяжелой дыхательной недостаточности, в то время как частота нарушений ритма после лобэктомии была выше в три раза (6,4% против 2,0%). Интраоперационные результаты в этом исследовании отличались между группами, за исключением среднего числа удаленных лимфатических узлов: 19 в группе сегментэктомий и 24 в группе лобэктомий (Hwang Y. et al., 2015).

Любопытно, что в трех представленных исследованиях авторы декларируют равнозначность методов с точки зрения прогноза раннего послеоперационного периода. Вместе с тем, они кардинально отличаются по одному из основных вариантов осложнений анатомической резекции легкого – длительной негерметичности легкого. В первом и последнем из них (Schuchert M.J. et al., 2007; Hwang Y. et al., 2015) истечение воздуха по дренажу наблюдалось в равном соотношении между группами. В то время как в оставшемся (Tane S. et al., 2019) авторы демонстрируют двукратное увеличение длительной негерметичности легкого в группе лобэктомий. Безусловно, данное осложнение зависит от большого числа пред- и интраоперационных факторов риска, которым посвящены публикации последних лет (Pischik V.G. et al., 2019). Среди прочих существуют

публикации, в которых изменение одного технического параметра приводит к кардинальному изменению конечной точки (Deng B. et al., 2014).

В исследовании группы авторов из Mayo Clinic (Deng B. et al., 2014), при сравнении 177 сегментэктомий и подобранных пар из 2336 больных, перенесших лобэктомию, не выявлено разницы в частоте кардиоваскулярных осложнений и продленного сброса воздуха по плевральному дренажу. Авторы также не обнаружили статистически достоверных различий и в ранней послеоперационной смертности (0,3% и 0,4% в группах) и в длительности госпитализации. При этом в группе сегментэктомий пациенты без осложнений встречались значительно чаще, чем в группе лобэктомий (67,8% против 58,4%, p=0,02). Когда же эти авторы выполнили подгрупповой анализ, оперированных из торакоскопического доступа, частота длительной негерметичности легочной паренхимы в группе сегментэктомий оказалась в 3 раза выше, чем в группе лобэктомий (22,9% против 7,6%).

Очевидно, что выполнение сегментэктомии сопровождается более дистальным выделением элементов корня в глубине легочной ткани и пересечения более толстых участков паренхимы, что может приводить к длительной негерметичности легкого (Deng B. et al., 2014). Кроме того, использование степлеров при разделении паренхимы между сегментами потенциально может приводить к деформации ткани и развитию ателектаза смежного сегмента, пневмонии оперированного легкого (Bédat B. et al., 2019).

Работа R.J. Ginsberg et al. (Ginsberg R.J. et al., 1995), представляемая как первое рандомизированное исследование на тему паренхимосохраняющих резекций, изучала не только отдаленные результаты операций, но и сравнивала ранний послеоперационный период. В этом смысле она также не вполне отвечает современным требованиям сравнения сегмент- и лобэктомий. Во-первых, в этом исследовании все операции выполнены из торакотомного доступа. А во-вторых, исследователи объединили в одну группу клиновидные резекции и сегментэктомии. Безусловно, такое объединение разных по объему и технике оперативных вмешательств снижает ценность конечного анализа. Y. Tsutani et al.

(2019) наглядно подтвердили это утверждение, продемонстрировав снижение частоты осложнений ПА степени и более с 15,4% до 3,3%, так и риска ателектаза и продленного сброса воздуха после клиновидных резекций в сравнении с сегментэктомиями. В то же время, похожее по дизайну рандомизированное исследование CALGB 140503 не выявило статистически достоверных различий ближайших результатов лобэктомий и резекций меньшего объема (Altorki N. et al., 2023). А при подгрупповом анализе клиновидных резекций и сегментэктомий оказалось, что осложнения 3-й и более степени выявлены чаще в группе сегментэктомий (19%) в сравнении с лобэктомиями (16%) и клиновидными резекциями (11%), что также подтверждает необходимость разделения принципиально разных вариантов резекции легкого меньше доли.

В исследовании JCOG 0802 анализировались результаты исключительно лоб- и сегментэктомий (Saji H. et al., 2022). Авторы поданализа данного исследования продемонстрировали сопоставимый объем интраоперационной кровопотери в группе сегмент- (50 мл) и лобэктомий (44,5 мл), интраоперационных осложнений (1,6% против 1,1% соответственно), равно как и единое среднее число кассет для сшивающих аппаратов – 5. Не выявлено различий и среди послеоперационных осложнений II и более степени: у 142 больных (26%) после лобэктомии и у 148 пациента (27%) после лобэктомии. Повторные операции выполнены у 11 из 554 пациентов после лобэктомии (2,0%) и у 6 из 552 больных после сегментэктомии (1,1%). Вместе с этим пневмония оперированного легкого в 2 раза чаще возникала после сегментэктомии в сравнении с лобэктомией (1,6% против 0,7%), статистическая значимость различий однако не достигнута ( $p=0,18$ ). Напротив, длительное истечение воздуха по плевральному дренажу значимо различалось между группами (6,5% для сегментэктомии против 3,8% для лобэктомии), что в свою очередь потребовало продленного дренирования в группе сегментэктомий (3,8% против 1,4%,  $p=0,015$ ). Авторами также отмечено, что выполнение сложных сегментэктомий с разделением двух и более межсегментарных границ является отдельным предиктором послеоперационных

осложнений, включающих длительную негерметичность легочной паренхимы (Saji H. et al., 2022).

Таким образом, на настоящий момент нет однозначного убеждения в преимуществах сегментэктомии по periоперационной безопасности в сравнении с лобэктомией. Нет и убедительных данных, подтверждающих, что выполнение органосохраняющей операции изменяет тяжесть послеоперационного периода больного. Существующие исследования различного уровня доказательности демонстрируют результаты, значимо отличающиеся между собой по единым конечным точкам. Что, безусловно, требует дополнительных исследований для определения роли сегментэктомий в хирургическом лечении пациентов различной коморбидности.

#### **1.4. Функциональные результаты сегментэктомий**

Ключевым компонентом, определяющим роль сегментэктомии, всегда являлось сохранение легочной паренхимы. Но насколько это преимущество проявляется в реальной клинической практике, и как изменяется функция внешнего дыхания пациента после сегментэктомии? В настоящий момент этот вопрос обсуждается гораздо реже, чем общая и безрецидивная выживаемость, риск локорегионарного рецидива или прогрессирования опухоли. В то же время, в III фазе рандомизированного исследования JCOG0802 (Saji H. et al., 2022) показано, что 10-летняя выживаемость больных в группе сегментэктомий имеет преимущество в сравнении с группой лобэктомий. Можно предположить, что это связано, скорее с сохранением легочной паренхимы, а не с онкологическими причинами.

Комплексный анализ работ, посвященных функциональным результатам сегментэктомий существенно затруднен разнородностью анализируемых данных по: хирургическому доступу, срокам контрольных точек, предоперационному

уровню резервов дыхательной системы пациентов, а также техническим аспектам выполнения операций и методам оценки функциональных результатов (Suzuki H. et al., 2017; Gu Z. et al., 2018; Tane S. et al., 2019; Chen L. et al., 2021; Shin S. et al., 2022). В доступной литературе в настоящее время представлен лишь один мета-анализ сравнения функциональных результатов лоб- и сегментэктомий, опубликованный в 2021 году (Wang X. et al., 2021). Однако сами авторы видят основной недостаток этого исследования именно в разнородности анализируемых данных.

#### ***1.4.1 Влияние хирургического доступа и сроков контрольных исследований на функциональные результаты лоб- и сегментэктомий***

Сравнение функциональных результатов лоб- и сегментэктомий началось еще в тот период, когда подавляющее большинство операций выполнялись из торакотомного доступа (Keenan R.J. et al., 2004; Kashiwabara K. et al., 2009; Deng B. et al., 2014; Saito H. et al., 2014; Macke R.A. et al., 2015). Исследования являлись поисковыми, а их дизайн на начальном этапе отличался преимущественно лишь сроками контрольных обследований.

В одной из первых таких статей авторы продемонстрировали функциональные преимущества сегментэктомий (Keenan R.J. et al., 2004). Оказалось, что ОФВ<sub>1</sub> и диффузионная способность легких по монооксиду углерода (DLCO – ДСЛ СО) через 1 год после лобэктомии снизились с 75% до 67% и с 79% до 70% соответственно. В то время как у пациентов, перенесших сегментэктомию, основные параметры ФВД через год соответствовали предоперационным, и лишь по диффузионной способности легких отмечено достоверное снижение (с 67,5% до 55%).

T. Takizawa et al. (1999) не обнаружили различий по параметру ФЖЕЛ через год после операции. Лишь ОФВ<sub>1</sub> к этому сроку имел небольшие,

но статистически значимые преимущества после сегментэктомии. В другом исследовании двухлетняя контрольная точка для торакотомии оказалась и вовсе без значимых различий в сравниваемых группах (Deng B. et al., 2014).

H. Saito et al. (2014) выбрали более ранние этапы оценки функции дыхания – 1 и 6 месяцев после операции, предполагая, что наибольшие различия в группах будут получены в ранние сроки после операции. Однако исследование показало, что соотношение послеоперационных ОФВ<sub>1</sub> и ЖЕЛ к дооперационному уровню имело преимущество в группе сегментэктомий только через 6 месяцев (%ЖЕЛ/%ОФВ<sub>1</sub> – 90,5/89,8% после сегментэктомии, и 81,8/80,9% после лобэктомии). В то время как через 1 месяц после операции не выявлено статистически значимых различий (Saito H. et al., 2014). В исследовании K. Kashiwabara et al. лоб- и сегментэктомии продемонстрировали сопоставимые функциональные результаты и на этапе 6 месяцев после операции (Kashiwabara K. et al., 2009).

Данные публикации не дали ответа на вопрос о функциональной ценности сегментэктомий, возможно по причине травматичности торакотомии. Мининвазивная хирургия продемонстрировала ряд преимуществ доступа: уменьшение болевого синдрома и ранней послеоперационной реабилитации, меньший воспалительный ответ и минимальный послеоперационный спаечный процесс (Landreneau R.J. et al., 1993; Liu H.P. et al., 1995). В ряде исследований удалось показать, что одно только уменьшение доступа с торакотомии до торакоскопии значительно улучшает результаты функции дыхания в раннем периоде после лобэктомии (Nakata M. et al., 2000).

Однако встречаются также публикации, в которых продемонстрированы абсолютно равные результаты функции дыхания в раннем периоде после торакоскопических и открытых операций (Nomori H. et al., 2001). Особенно примечательна работа, в которой авторы считали необходимым разделять анализируемых больных на подгруппы торакоскопии и торакотомии, аргументируя это единым травмирующим воздействием операции – удалением

паренхимы (Suzuki H. et al., 2017). При детальном анализе этих исследований можно отметить ряд недостатков дизайна и ограничений, влияющих на результат.

Так, например, в публикации H. Nomori et al. (2001) использовался 4-х портовый доступ с применением ригидного ранорасширителя. В другом исследовании авторы оценивали функциональные результаты в разные сроки после операции (Suzuki H. et al., 2017). В результате анализа оказалось, что показатели ФВД через 1-2 месяца после вмешательства были лучше у пациентов после сегментэктомии, а при обследовании через 7-12 месяцев различий с лобэктомиями практически не наблюдалось для ФЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub>.

Y. Zhang et al. в 2016 году оценивали параметры ФВД за день до операции, на 3-й день и через 3 месяца после торакоскопических лоб- и сегментэктомий, а также торакотомных операций. Наибольшие преимущества продемонстрированы для группы торакоскопических сегментэктомий. При относительно равных средних величинах ОФВ<sub>1</sub> на дооперационном этапе (84-90%) на 3-е сутки после операции выявлено его снижение до 48% после сегментэктомии, 39% после лобэктомии и 35% после открытой операции. Другими словами, выполнение торакоскопической сегментэктомии в раннем послеоперационном периоде приводило к уменьшению ОФВ<sub>1</sub> в 2 раза, в то время как анатомическая резекция из торакотомного доступа снижала его втрое (Zhang Y. et al., 2016). Через 3 месяца после операции распределение ОФВ<sub>1</sub> после торакоскопических сегмент-, лобэктомий и открытых операций сохраняло статистически достоверные различия, составившие 87%, 77% и 70% соответственно.

К сожалению, авторы не продолжили наблюдать за функциональными результатами больных, через 6 и 12 месяцев после операции, однако исследование наглядно продемонстрировало что, торакотомия снижает функцию дыхания пациента в сравнении с торакоскопией, преимущественно в раннем послеоперационном периоде. В тоже время это снижение меньше разницы между торакоскопическими лоб- и сегментэктомиями, а значит, не может нивелировать разницу между открытymi операциями разного объема.

### **1.4.2 Прогнозирование послеоперационных функциональных результатов лоб- и сегментэктомий и его особенность у коморбидных больных**

Сегментэктомии зачастую позиционировались как операции у коморбидных больных, поэтому их функциональные результаты накладывались на проявления обструктивной болезни легких и эмфиземы (Saito H. et al., 2014). Сохранение приемлемой функции дыхания у таких больных считалось задачей не менее важной, чем достижение онкологического результата. В медицинской литературе 2000-х годов активно обсуждался эффект редукции легочного объема у больных хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ), перенесших лобэктомии по другим причинам (Fishman A. et al., 2003). И в противоположность этому продемонстрировано, что ОФВ<sub>1</sub> у больных без бронхиальной обструкции снижается более существенно (Kashiwabara K. et al., 2009). Это изменило представление о достоверности формул прогнозируемого послеоперационного (ппо) ОФВ<sub>1</sub> у больных ХОБЛ, переносящих анатомические резекции легкого (Korst R.J. et al., 1998).

R.J. Korst et al. (1998) обнаружили, что при медиане предоперационного ОФВ<sub>1</sub> в 49% этот показатель не снижался после лобэктомии. А больные без выраженной ХОБЛ (медиана ОФВ<sub>1</sub> – 69%) имели значимое снижение показателя форсированного выдоха в послеоперационном периоде. При этом параметр ФЖЕЛ уменьшался в обеих группах сравнения. R.J. Kenann et al. изучая аналогичных по коморбидности группах больных (медиана ОФВ<sub>1</sub> – 53%) не обнаружили значимого снижения ОФВ<sub>1</sub> или ФЖЕЛ через год после сегментэктомии (Keenan R.J. et al., 2004).

О вкладе эффекта редукции легочного объема на степень снижения параметров ФВД в сравнении с сегментэктомией можно косвенно судить по исследованию K. Kashiwabara et al. (2009). Авторами проведен анализ результатов хирургического лечения 50 пациентов с предоперационным ОФВ<sub>1</sub> менее 70% через 6 месяцев после операции. Статистически достоверных различий в ФВД

после сегмент- и лобэктомий не выявлено. Более того, среди 23 больных, новообразование которых располагалось в эмфизематозно измененной верхней доле легкого, также не оказалось статистически значимых различий в степени снижения ОФВ<sub>1</sub> (15,6% при лобэктомии против 13,4% после сегментэктомии).

Также K. Kashiwabara et al. (2009) показали, что сегментэктомия приводит к более значимым функциональным потерям в сравнении с ожидаемыми, в то время как лобэктомия нивелирует их, вероятно, за счет удаления перераздутых нефункционирующих участков легочной ткани. Для этого они сравнили фактическое снижение ОФВ<sub>1</sub> с ожидаемым послеоперационным расчетным аналогом и выявили отрицательную корреляционную связь для группы лобэктомий ( $r^2=0,508$ ,  $p=0,0012$ ) без статистической значимости в группе сегментэктомий. В итоге ими сделан вывод о том, что единственной подгруппой исследуемых с преимуществами сегментэктомии над лобэктомией оказались больные с эмфиземой легкого без признаков бронхиальной обструкции. Таким пациентам авторы рекомендуют выполнение паренхимосохраняющих операций. Во всех остальных случаях объем хирургического лечения, по их мнению, не имеет значения.

В работе остались неизученными более ранние контрольные точки ФВД, чтобы понять динамику эффекта редукции легочного объема. А все выводы основаны на результатах сравнения реальных показателей ФВД с расчетными послеоперационными. Однако, достоверность расчетных формул для прогнозирования послоперационных легочных параметров уже тогда подвергалась сомнению (Zeiher B.G. et al., 1995). A. Brunelli и его коллеги (2007) обнаружили достоверность *npo*ОФВ<sub>1</sub> в течение всех 3 месяцев наблюдения только у пациентов после пневмонэктомии. При этом для меньшего объема операции – лобэктомии, совпадения расчетного и ожидаемого параметров выявлено лишь в одной контрольной точке – через 1 месяц после операции. На момент выписки больного расчетная формула занижала истинный ОФВ<sub>1</sub> на 11%. Напротив, через 3 месяца после операции измеренный ОФВ<sub>1</sub> превышал прогнозируемый на 6%.

В другом исследовании H. Saito et al. (2014) не выявлено статистически достоверных различий истинного и прогнозируемого ОФВ<sub>1</sub> через 6 месяцев послесегмент- или лобэктомий. Однако через 1 месяц после операции в этом же исследовании прогностическая формула не давала правильных значений, завышая ОФВ<sub>1</sub> в группе сегментэктомий на 15%, а в группе лобэктомий на 7%. Таким образом, в обсужденных исследованиях, через месяц после открытых анатомических резекций легких получена разная прогностическая значимость *npo*.

В целом, исследования достоверности формул прогноза послеоперационных параметров функции внешнего дыхания достаточно популярны и, в то же время, разноречивы. Точность прогнозирования зависит и от объема операции, и от доступа, и от выраженности предоперационных нарушений ФВД (Zeiher B.G. et al., 1995; Korst R.J. et al., 1998; Brunelli A. et al., 2007; Chen L. et al., 2021). Кроме того, имеют значение и сроки после операции, в которые фиксируются параметры функции дыхания функции внешнего дыхания, поскольку ФВД изменяется во времени (Gu Z. et al., 2018). В ряде публикаций резкое снижение показателей ФВД через 1 месяц после операции, сменяется восстановлением через три месяца с последующей стабилизацией к 6-му месяцу после (Gu Z. et al., 2018).

Безусловно, снижение травматичности доступа и стратегия послеоперационного обезболивания также может влиять на результаты исследования ФВД в послеоперационном периоде. A. Brunelli et al. (2007) использовали модификацию торакотомии, так называемую «muscle sparing», когда минимизируется травма широчайшей и передней зубчатой мышц. А H. Saito et al. (2014) оперировали пациентов из заднебоковой торакотомии, используя ежедневное введение фентанила в эпидуральное пространство и прегабалина перорально. Вполне вероятно, что различия в степени хирургической травмы и стратегии обезболивания могли послужить причиной различий в оценке послеоперационной ФВД.

При торакоскопических операциях в исследовании L. Chen et al. (2021) показали, что формула *npo* завышает функциональные потери на 1,8% через 6 месяцев после лобэктомии, а при удалении одного или двух сегментов,

наоборот, *npo* недооценивает реальное снижение ОФВ<sub>1</sub> на 6,9%. В исследовании A. Brunelli et al. (2007) выявлена прямая зависимость точности прогноза *npo* после лобэктомии у пациентов с ХОБЛ от степени дооперационного снижения ОФВ<sub>1</sub>. Прогностическая ценность формулы оказалась тем меньше, чем меньше был предоперационный ОФВ<sub>1</sub>. Однако в работе L. Chen et al. (2021) не встретились пациенты с ХОБЛ и эмфиземой.

Необычную работу опубликовали H. Suzuki et al. в 2017 году. Вместо привычных исследований ФВД для оценки послеоперационных потерь дыхательных объемов ими использовался вес и объем оперируемых легких, определенный по размерам и КТ-плотности. Учитывая планируемый объем операции, авторы прогнозировали уменьшение легочной ткани и затем сравнивали с полученными величинами при контрольной КТ органов грудной клетки через 6 месяцев после операции. В ходе исследования не выявлено статистически достоверных различий между исследуемыми группами ни в уменьшении объема, ни веса легких. При этом в группе сегментэктомий прогнозируемые и реальные результаты полностью совпали, а для лобэктомии расчетные потери объема и веса значительно превышали реальные.

Полученные результаты авторы объяснили эффектом редукции легочного объема и, таким образом, показали, что механистическое использование формулы прогноза *npo* через 6 месяцев, хорошо работающей для сегментэктомии, неправомерно занижает истинные параметры ОФВ<sub>1</sub> после лобэктомий.

Похожий принцип использован в исследовании S. Tane et al. (2019), которые сопоставили реальные объемы оперируемого легкого с результатами ОФВ<sub>1</sub> до и через 6 месяцев после операции. В исследовании рассчитывался объем легких по 3D реконструкции КТ для каждой доли отдельно до и после оперативного вмешательства. Особенно примечательно, что авторы сравнивали КТ после сегментэктомии с изображениями, которые они создавали в компьютерной программе, убирая удалаемые сегменты, т.е. с виртуальной сегментэктомией. В результате выявлено статистически значимое компенсаторное увеличение ипсилатеральной неоперируемой доли в обеих группах. Сопоставив полученную

динамику с реальными значениями ОФВ<sub>1</sub> после операции, авторы пришли к выводу, что меньшая потеря ОФВ<sub>1</sub> в группе сегментэктомий (8,1%) в сравнении с группой лобэктомий (18,3%) может объясняться сохранением паренхимы оперируемой доли. При этом оказалось, что объем остающейся после сегментэктомии части паренхимы оказывался всегда меньше, чем рассчитанный объем после «виртуальной сегментэктомии» (Tane S. et al., 2019).

Другим объяснением недостаточной точности математического расчета послеоперационных объемов легкого может быть викарная эмфизема сохраненной легочной паренхимы. В эксперименте на мышах группой авторов показано, что большой объем резекции легочной ткани повышает газообменную нагрузку на оставшееся легкое, что, в свою очередь, запускает адаптивный механизм, стимулирующий регенеративный рост альвеолярной ткани (Takahashi Y. et al., 2010; Takahashi Y. et al., 2011). К сожалению, определить объем резекции, активирующий компенсаторный рост паренхимы, а также сроки, в течение которых реализуется эффект редукции легочного объема и компенсаторной викарной эмфиземы в настоящее время невозможно (Nomori H. et al., 2018).

Несмотря на недостатки расчётной послеоперационной функции внешнего дыхания, не стоит отказываться от её использования, поскольку *ppo* является одним из прогностических факторов тяжести течения послеоперационного периода (Brunelli A. et al., 2007) и даже отдаленных результатов при раке легкого (Ferguson M.K. et al., 2014).

В ретроспективном исследовании результатов хирургического лечения 854 больных раком легкого в сроки от 7 до 30 лет с медианой выживаемости 42 месяца, M.K. Ferguson et al. (2014) изучили онкологические и неонкологические факторы риска летального исхода после операции. Статистически достоверными оказались: возраст, общее состояние пациента, стадия заболевания и анамнез инфаркта миокарда на дооперационном этапе. Предоперационный уровень ОФВ<sub>1</sub> и диффузионная способность легких имели корреляцию с конечной точкой, но без статистической значимости. Однако их

замена на прогнозируемые послеоперационные значения позволила выявить прямую, не зависимую от других факторов, корреляционную связь с летальным исходом. Разделение *npo* на категории с интервалом в 10% и 20% показало статистически достоверные различия в кривых выживаемости для каждой подгруппы в соответствии со стадией опухоли.

Таким образом, анализируя работы по оценке лоб- и сегментэктомий у больных с сопутствующими заболеваниями легких можно утверждать, что в настоящий момент не существует универсальной формулы, позволяющей определить оптимальный объем операции для пациента. Реальные показатели функции внешнего дыхания после операции могут отличаться от прогнозируемых в зависимости от срока контрольной точки, объема выполненной операции, вида доступа и предоперационного уровня функциональных резервов больного (Zeiher B.G. et al., 1995; Korst R.J. et al., 1998; Suzuki H. et al., 2017; Nomori H. et al., 2018; Tane S. et al., 2019). Вместе с тем, формула *npo* широко распространена в наши дни, используется в качестве конечной точки сравнения операций разного объема, а также является фактором прогноза послеоперационных осложнений и выживаемости больных (Brunelli A. et al., 2007; Ferguson M.K. et al., 2014).

#### ***1.4.3 Влияние числа удаляемых сегментов и оперируемой доли на функциональные результаты сегментэктомии***

R.A. Macke et al. в 2015 году одними из первых предприняли попытку оценить число удаляемых сегментов, как критерий снижения показателей функции дыхания после сегментэктомии. Они разделили анализируемых пациентов на две группы: с удалением 1-2 сегментов и 3-5 сегментов, включив среднюю лобэктомию в первую группу, а удаление базальных сегментов во вторую. Результаты исследования продемонстрировали преимущества

сегментэктомий над лобэктомиями в сохранении как абсолютных значений ОФВ<sub>1</sub> (снижение составило 107 мл в группе сегментэктомий и 286 мл в группе лобэктомий,  $p=0,003$ ), так и относительных его величин (4,3% и 8,2% соответственно,  $p=0,055$ ). К сожалению, срок контрольного обследования пациентов значимо отличался среди включенных в исследование кандидатов и составлял от 6 до 36 месяцев с момента операции, и более половины больных прооперированы из торакотомного доступа. Данная разнородность не позволила авторам определить вклад каждого сегмента в редукцию функции дыхания.

В исследовании Z. Gu et al. (2018) через 6 месяцев после операции показано, что вклад каждого сегмента в снижение параметров функции дыхания гораздо выше после сегментэктомии в сравнении с лобэктомией. Например, для ОФВ<sub>1</sub>, он отличался более чем в 2 раза – 12,7% против 5,8%, соответственно. Учитывая полученные результаты, авторы предположили, что сегментэктомия может быть функционально оправдана лишь при сохранении большей половины оперируемой доли, однако малое число наблюдений (34 сегментэктомии), не позволяло экстраполировать полученные результаты на все варианты сегментарных резекций.

Авторы продолжили набор пациентов и в 2021 году опубликовали результаты попарного сравнения 338 лобэктомий и 321 сегментэктомий (Chen L. et al., 2021). При этом из группы лобэктомий исключены средние лобэктомии, а в группе сегментэктомий встречались исключительно одно- или двухсегментарные резекции. Через 6 месяцев после операции авторами установлены статистически достоверные различия между сегмент- и лобэктомиями по всем искомым параметрам ФВД – ОФВ<sub>1</sub>, ФЖЕЛ, очевидные в пользу сегментэктомий (14,6%, 12,1% против 18,9%, 17,8% соответственно). Однако удельный вес одного сегмента в потере показателей ФВД оказался вдвое выше в группе сегментэктомий в сравнении с лобэктомиями.

Таким образом, авторы пришли к выводу о функциональных преимуществах сегментэктомий над лобэктомиями при условии удаления либо 1 сегмента любой доли, кроме средней, либо 2 сегментов за исключением верхней

доли правого легкого (Chen L. et al., 2021). Справедливо отметить, что в исследовании не представлены трисегментэктомии, равно как и не показано сравнение результатов сегментэктомий верхней доли справа с целой верхней лобэктомией справа.

Анализ зависимости функциональных результатов от оперируемой доли проведен S.J. Kim et al. в 2015 году. У 227 больных после лобэктомии и 73 – после сегментэктомии оценивали снижение параметров ОФВ<sub>1</sub>, ФЖЕЛ через 3 и 12 месяцев относительно дооперационного уровня, выраженное в процентах. Продемонстрировано достоверное преимущество сегментарных резекций над лобэктомиями по всем искомым показателям, однако, доля потери ФВД после сегментэктомии не менялась через 3 и 12 месяцев, а для лобэктомий к 12 месяцам после операции функциональные потери частично восстановились.

Также S.J. Kim et al. (2015) отмечена различная динамика функциональных результатов до и после операций зависимости от оперируемой доли. Например, верхняя и средняя лобэктомия справа сопровождались выраженным снижением ОФВ<sub>1</sub> через 3 месяца в первой контрольной точке, однако к 12 месяцам функциональные потери приближались к результатам группы сублобарных резекций. Аналогичный эффект описан и для ОФВ<sub>1</sub> после нижней лобэктомии справа. При сравнении левосторонних лобэктомий с сегментарными резекциями статистически значимые различия получены на всех этапах обследования. Авторы предположили, что ротация промежуточного бронха может быть причиной повышенного бронхиального сопротивления в раннем послеоперационном периоде.

В исследовании H. Nomori et al. в 2018 году, для оценки функциональных результатов использована однофотонная позитронно-эмиссионная компьютерная томография. Продемонстрировано, что выполнение сегментэктомии сохраняет в среднем 48% предоперационной функции доли. Причем увеличение вентиляционно-перфузионного индекса ипсолатеральной неоперированной доли оказалось свойственным не только для сегментэктомий из верхней доли справа, но и всех остальных вариантов ( $p=0,003$ ). А в группе лобэктомий подобных

закономерностей не выявлено ( $p=0,97$ ). Авторы также объясняют выявленные различия изменением положения оставшейся доли после лобэктомии (Nomori H. et al., 2018).

S. Tane et al. (2019), показали, что наименьшие функциональные потери оперируемой доли выявляются после сегментэктомии S6 (9,3%), в то время как наибольшие – при сегментэктомии S1-3 слева (36,6%). Промежуточные варианты получены для S2 справа и S1-2 слева (17,2%), S4-5 слева (21,6%), задних базальных сегментов S9-10 (29,6%).

Авторами также показано, что удаление одного сегмента приводит к сохранению 84,6% функции оперируемой доли, в то время как удаление нескольких семегментов сопровождалось редукцией до 66,1% (Tane S. et al., 2019). При этом, чем больше сегментов удалялось, тем больше формула прогнозирования *ppo* завышала ожидаемый результат.

Та же группа авторов ранее проанализировала факторы, способствующие полному восстановлению функции дыхания через 12 месяцев после операции (Kim S.J. et al., 2016). Полное восстановление ОФВ<sub>1</sub> констатировано ими у 142 из 351 больного (40,5%). Многофакторный анализ показал статистически достоверные предикторы такого исхода: паренхимосохраняющая операция ( $p<0,0001$ ) и операция на верхней или средней долях справа, вне зависимости от объема резекции ( $p=0,003-0,0048$ ). Восстановление диффузионной способности легких зарегистрировано у меньшего числа больных – 129 (36,8%), однако факторы, повышающими шансы больного вернуться к дооперационному уровню оказались теми же. Дополнительным статистически достоверным предиктором ( $p<0,001$ ) оказался изначально низкий уровень диффузионной способности легкого (Kim S.J. et al., 2016).

Таким образом, локализация удаляемой доли или сегмента имеет важное значение для восстановления функции дыхания как после лобэктомии, так и после сегментэктомии, а число удаляемых сегментов прямопропорционально сказывается на функциональных результатах всех анализируемых больных.

#### ***1.4.4 Функциональные результаты торакоскопических лоб- и сегментэктомий (технические особенности разделения межсегментарных границ легкого)***

Помимо разницы в доступах, авторы используют разные варианты обработки межсегментарных границ: монополярным коагулятором и сшивающими аппаратами. Ряд авторов связывают такие различия именно с нарушением вентиляции после аппаратной резекции сегмента (Nomori H. et al., 2018). Они считают, что пересечение легочной ткани монополярным коагулятором сопровождается меньшей плоскостной деформацией оперируемой доли, а, значит, приводит к максимальному объему ее расправления. Вместе с тем, не исключается, что коагуляция может приводить к локальному отеку легочной ткани и снижать паренхимосохраняющий эффект, особенно в сроки до месяца после операции (Saito H. et al., 2014).

В подглаве 1.4.2 уже упоминалась оригинальная работа S. Tane et al., в которой анализировались послеоперационные объемы легкого из КТ-реформаций «виртуальной» сегментэктомии в сравнении с КТ-реформацией объема легкого после настоящей сегментэктомии у этого же больного (Tane S. et al., 2019). Оказалось, что идеальная, сделанная на компьютере, «сегментэктомия» сохраняла больше легочного объема в сравнении с послеоперационным КТ. Последний феномен может быть следствием неидеального определения межсегментарных границ в ходе операции или использования сшивающих аппаратов, сжимающих паренхиму на границе сегментов.

В публикации L. Chen et al. (2021) доля функциональных потерь ОФВ<sub>1</sub> через 6 месяцев после торакоскопических операций в группе сегмент- и лобэктомий имели статистически достоверные различия между собой (8,1% и 18,3% соответственно ( $p<0,01$ ) и отличалась от данных S. Tane et al. (2019) по группе сегментэктомий – 14,6%. Авторы использовали комбинацию электрокоагуляции и сшивающих аппаратов для разделения межсегментарных границ.

В другой публикации (Tao H. et al., 2016) хирурги сравнили разделение легочной паренхимы только монополярной коагуляцией, ее комбинацией с аппаратной обработкой или же исключительно сшивающе-режущими аппаратами. Статистически достоверных различий сохранения объема или функции оперируемого легкого в исследуемых группах не обнаружено. Ими же, но в более поздней работе (Tao H. et al., 2019), проведено сравнение функциональных результатов в зависимости от длины аппаратного шва. При отсутствии значимых различий в ОФВ<sub>1</sub> и ФЖЕЛ после разделения паренхимы коагулятором и аппаратом, авторы показали, что объем сохраненной части доли (определен по 3D СТ) имел отрицательную корреляционную связь с длиной аппаратного шва. Другими словами, чем большее число прошиваний хирурги использовали, тем хужеправлялась оставшаяся часть доли.

Таким образом, существующие на настоящий момент данные не могут дать окончательного ответа какой вариант обработки легочной паренхимы имеет наибольшие преимущества в сохранении функционирующей легочной ткани. Выбор способа не регламентирован и зависит от предпочтений хирурга.

Завершая главу, следует отметить, что органосохраняющую роль сегментэктомий еще предстоит подробно исследовать. Безусловно, многое зависит от числа удаляемых сегментов, их долевой принадлежности, предоперационного функционального статуса больного, хирургической травмы доступа, послеоперационного ведения больных и много другого. Сроки контрольной оценки функциональных резервов также имеют важное значение. Наглядным подтверждением сохраняющейся проблемы является мета-анализ 2021 года (Wang X. et al., 2021). Лейтмотивом всего исследования является преимущество сегментэктомии в сохранении ОФВ<sub>1</sub>: абсолютном, долевом и относительном изначальному. Однако подавляющее большинство объединяемых для анализа публикаций имеют высоку степень гетерогенности между собой ( $I^2 93\text{-}97\%$ ), что требует очень осторожной интерпретации результатов.

## Глава 2

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ретроспективное исследование включены 262 пациента, которым выполнено 268 торакоскопических анатомических резекций легких в связи с выявленными периферическими новообразованиями легких. Из них в исследуемой когорте больных 76 пациентам выполнено 78 анатомических сегментэктомий, результаты которых явились основным объектом исследования.

Все операции выполнены одной хирургической бригадой с января 2015 по декабрь 2018 года в Центре торакальной хирургии Клинической больницы № 122 им. Л.Г. Соколова ФМБА России.

Материалом исследования являлись данные стационарных и амбулаторных историй болезни, а именно: анамнеза, заключений лабораторных и инструментальных исследований, результатов гистологических и иммуногистохимических исследований операционного материала, протоколов операций, анестезиологических карт.

Отбор пациентов для сегментэктомии осуществлялся на основании предполагаемого диагноза, размеров новообразования, скиалогических признаков, а также тяжести сопутствующих заболеваний и прогнозируемых послеоперационных функциональных параметров (таблица 1).

Таблица 1 – Распределение клинических показаний к выполнению торакоскопических сегментэктомий (n=87)

Критерий	Число больных	Доля больных
Метастатическое поражение легкого	20	23,0%
Туберкулез легкого	18	20,7%
Доброкачественные новообразования легкого	6	6,9%
Хронические нагноительные заболевания легкого	7	8,0%

## Продолжение таблицы 1

Критерий		Число больных	Доля больных
Рак легкого (n=36)			
	Размер опухоли ≤10 мм	4	4,6%
	Размер опухоли ≤20 мм (n=21)		
	C/T ratio ≤0,5	9	10,3%
	0,5≤C/T ratio ≤0,75	12	13,8%
	20мм< Размер опухоли <30 мм (n=11)		
	C/T ratio ≤0,5	1	1,1%
	ппо ОФВ <sub>1</sub> <30%	4	4,6%
	30%<ппоОФВ <sub>1</sub> <40%	2	2,3%
	CCI* ≥5	4	4,6%
Всего		87	100%
Примечание – * – модифицированный CCI без учета возраста пациентов.			

Из таблицы 1 видно, что более чем в половине случаев (58,6%) пациентам запланирована сегментэктомия в связи с неопухолевым, либо метастатическим поражением легкого. У оставшихся 36 больных (41,4%) сегментэктомия рассматривалась как опция лечения первичного рака легкого. Из них у 13 пациентов (36,1%) критерии отбора к такому варианту операции подходили как по размеру опухоли, так и по доле солидного компонента в структуре затенения по типу «матового стекла». Еще у 13 больных (36,1%) подходили либо по размеру, либо по доле солидного компонента. А у оставшихся 10 пациентов (27,8%) не удовлетворяли критериям отбора больных раком легкого к выполнению сегментэктомии и считались компромисными в связи с тяжелой сопутствующей патологией.

## 2.1 Дизайн исследования

Исследуемая когорта пациентов разделена на 2 группы, перенесшие торакоскопические сегментэктомии (С) и торакоскопические лобэктомии (Л), каждая из которых включала случаи конверсии объема сегментэктомии либо до дополнительного сегмента (КС) – 17 операций, либо до доли (КЛ) легкого – 9 операций. Таким образом, группа С включала 78 операций, а группа Л 190 вмешательств.

Произведено сравнение ближайших результатов в этих группах в зависимости от вида операций и нозологической формы заболевания, по поводу которых они выполнялись. Затем каждому пациенту из группы С подобрана пара из группы Л (псевдорандомизация), максимально сопоставимая по полу, возрасту, индексу коморбидности, нозологической форме и стадии заболевания. Выполнено сравнение ближайших результатов в сопоставимых группах.

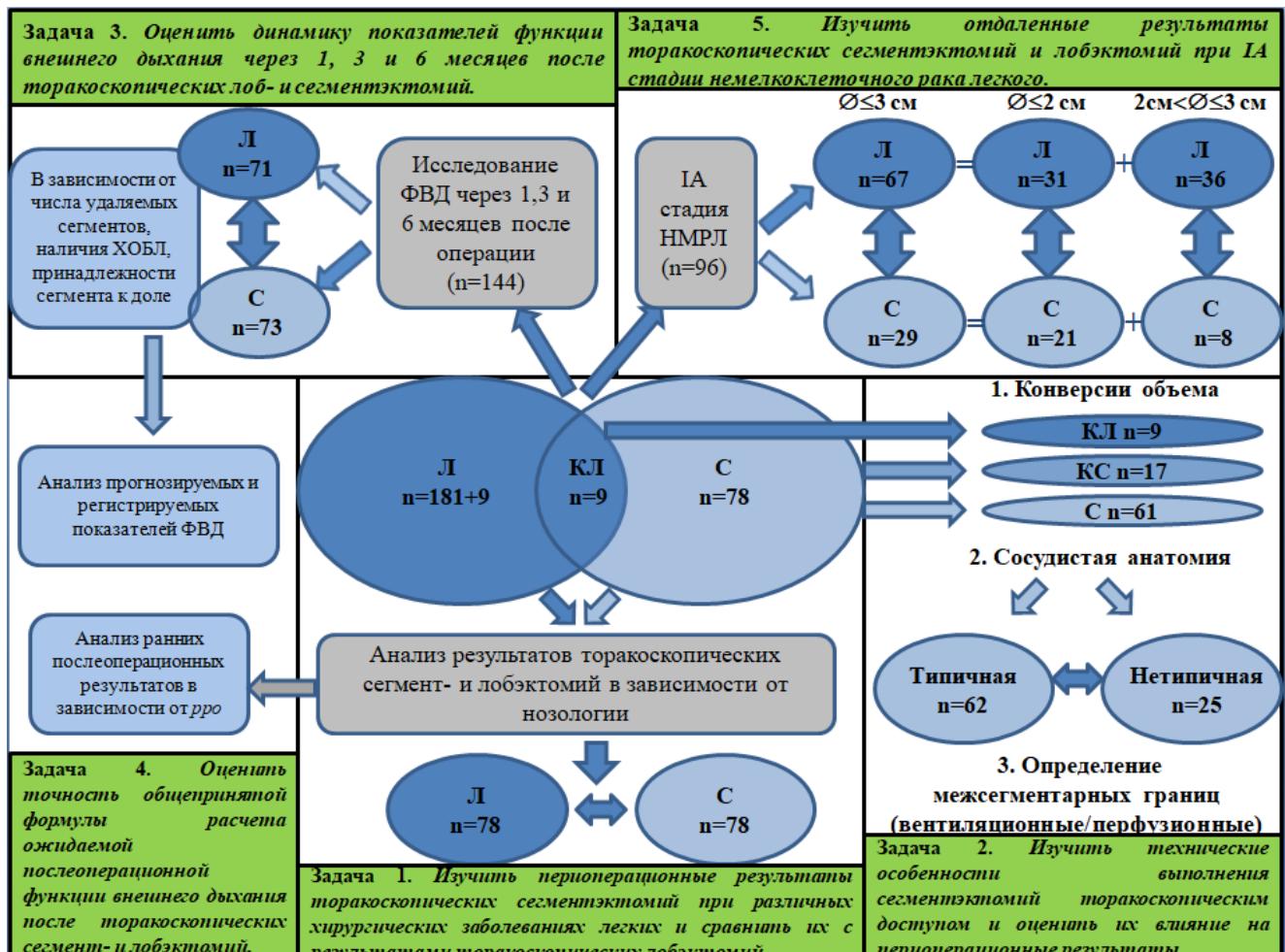
Следующим этапом проанализированы технические особенности выполнения торакоскопических сегментэктомий, а именно: вариабельность сегментарной анатомии, число межсегментарных плоскостей, вдоль которых осуществляется рассечение паренхимы, а также способы определения межсегментарных границ.

С целью определения функциональных результатов хирургического лечения оценивалась функция внешнего дыхания у 144 пациентов (73 сегментэктомии и 71 лобэктомия), имевших сведения контрольной спирографии через 1, 3 и 6 месяцев после операции. Выполнен всесторонний анализ групп сравнения в зависимости от числа удаляемых сегментов, наличия ХОБЛ, а также принадлежности сегмента к оперируемой доле. Оценивались ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ1 и ИТ.

Осуществлено сравнение реального ОФВ1 с ожидаемыми послеоперационными (ппо), вычисленными по формуле (Brunelli A. et al., 2009) и проанализировано влияние прогнозируемого ОФВ1 на ближайшие результаты.

Выполнено сравнение отдаленных результатов лечения IA стадии немелкоклеточного рака у 96 пациентов, перенесших 29 сегментэктомий и 67 лобэктомий.

Окончательный дизайн исследования выглядит следующим образом (рисунок 1):



(С – сегментэктомия, Л – лобэктомия, КЛ или КС – конверсия объема операции)

Рисунок 1 – Дизайн диссертационного исследования

## 2.2 Предоперационное обследование пациентов

В исследуемой когорте пациентов все кандидаты к выполнению анатомической сегментэктомии легкого проходили регламентированный Министерством Здравоохранения Российской Федерации необходимый

и достаточный объем предоперационного обследования для оказания хирургической помощи по профилю «онкология» и «торакальная хирургия».

Лабораторные исследования включали клинический и биохимический анализ крови, а также скрининг инфекций, передающихся гемоконтактным путем. Стандарт инструментальных исследований включал: КТ грудной клетки, УЗИ или КТ брюшной полости с внутривенным контрастированием, электрокардиографию, эхокардиографию и исследование функции внешнего дыхания. У пациентов с тяжелыми сопутствующими заболеваниями объем инструментальных исследований дополнялся ультразвуковым дуплексным сканированием артерий шеи и головы, а также артерий и вен нижних конечностей, суточным мониторированием электрокардиографии, электрокардиографией с физической нагрузкой, 6-минутным шаговым тестом. Коморбидность больных оценивалась при помощи индекса «Charlson» – пересчет в баллах по Charlson Comorbidity Index Score (CCI) (Charlson M.E. et al., 1987). Расчет осуществлялся по суммированию баллов в зависимости от наличия сопутствующего заболевания, а также добавлению 1 балла на каждую декаду жизни при превышении пациентом 50-летнего возраста.

Все больные с клиническим диагнозом туберкулез легкого выполняли на дооперационном этапе кожно-аллергические пробы и исследование мокроты на микобактерию туберкулеза методом микроскопии и ПЦР. Госпитализация осуществлялась при отсутствии объективных данных реактивации инфекции и бактериовыделения.

У пациентов с клиническим диагнозом злокачественного новообразования легкого обследование дополнялось позитронно-эмиссионной томографией совмещенной с КТ (ПЭТ-КТ) всего тела, бронхо-, гастро- и колоноскопией с эндобиопсией при наличии субстрата. В случае выявления жалоб либо объективных симптомов нарушения функции центральной нервной системы выполнялась магниторезонансная томография головного мозга с внутривенным контрастированием. Результаты вышеописанных исследований подвергались анализу на предмет метастатического поражения лимфатических узлов

и отдаленных органов, а также с целью поиска местного рецидива либо системного метастатического поражения у пациентов с подтвержденным анамнезом онкологического заболевания других локализаций.

Критерием метастатического поражения медиастинальных лимфатических узлов использовался диаметр более 1 см в наименьшем измерении (Яблонский П.К., Петров А.С., 2015) с патологическим накоплением радиофармпрепарата по данным ПЭТ-КТ.

Также по результатам КТ оценивались размер новообразования в миллиметрах и его плотность в единицах Хаундсфилда. Для периферических затенений по типу «матового стекла» определялась доля солидного компонента в его структуре. Обозначалась  $c/t$  ratio. Измерялась в процентах. Являлась одним из критериев отбора больных к выполнению сегментэктомии при предполагаемом первичном раке легкого (рисунок 2).

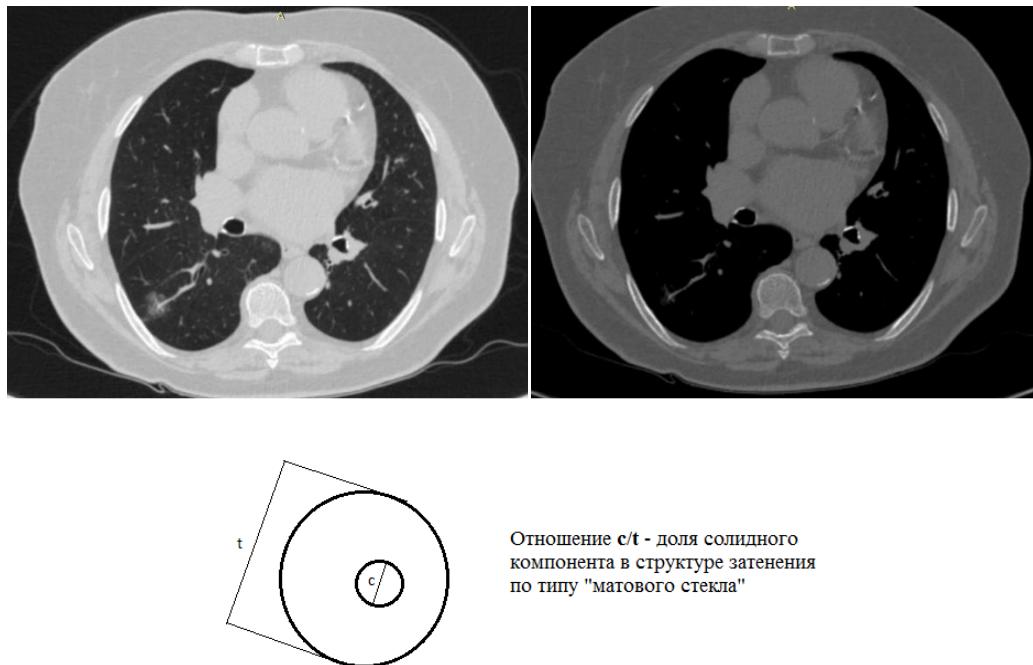
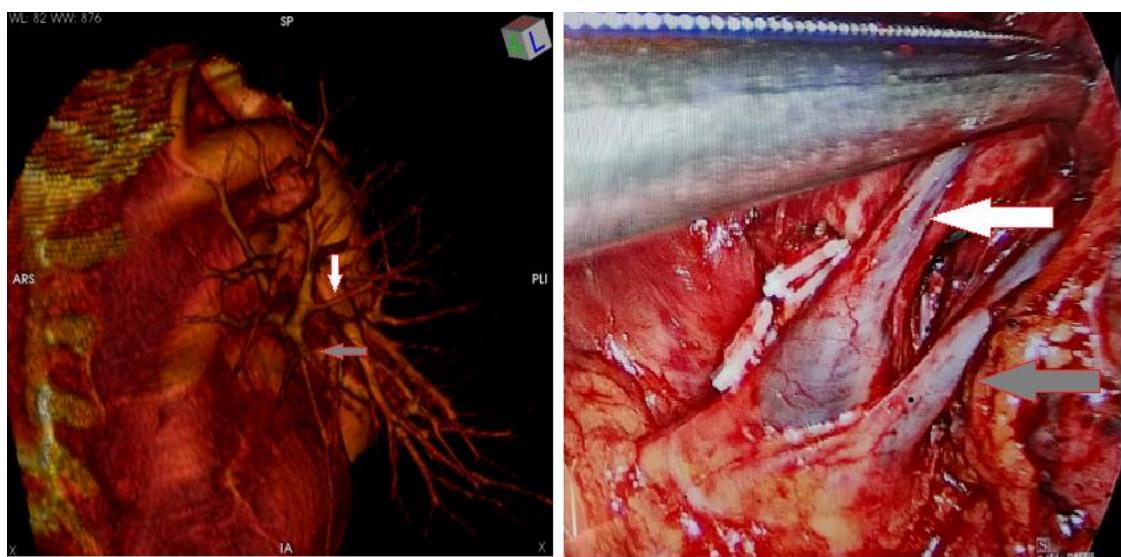


Рисунок 2 – Схема определения доли солидного компонента опухоли в структуре затенения по типу «матового стекла»

Предоперационное планирование сегментэктомии включало 3D моделирование КТ органов грудной клетки с внутривенным контрастированием.

У всех пациентов проанализирована сегментарная анатомия сосудов и бронхов оперируемого легкого, а также расположение патологического образования по отношению к ним. Реконструкцию КТ исследования осуществляли оперирующий хирург совместно с ассистентом накануне операции. С этой целью использовались программы Osirix MD для операционной системы Mac и Radiant DICOM Viewer для операционной системы Windows. Восстановленная 3D модель оперируемого легкого находилась в операционном зале, что позволяло сравнивать ее в режиме реального времени с интраоперационной картиной. На рисунке 3 представлена трехмерная реконструкция КТ грудной клетки кандидата к выполнению сегментэктомии S1-3 слева. Белой стрелкой указана вена четвертого сегмента, впадающая дистально в вену третьего сегмента. Знание особенностей сегментарной анатомии на дооперационном этапе позволило выполнить сегментэктомию S1-3 слева с сохранением венозного оттока к язычковым сегментам (рисунок 3).



А – виртуальная 3D модель оперируемого легкого; Б – интраоперационный вид верхней легочной вены после клипирования вен 1-3 сегментов. Стрелками обозначены вены язычковых сегментов (серая – V5, белая – V4).

Рисунок 3 – Изображения корня верхней доли легкого при сегментэктомии S1-3 слева

Часть пациентов включена в группу оценки динамики показателей ФВД через 1, 3 и 6 месяцев после операции. Исследование функции внешнего дыхания в periоперационном периоде выполнялось согласно техническим стандартам проведения спирометрии, регламентированным Министерством Здравоохранения Российской Федерации в 2016 году (Чучалин А.Г. и соавт., 2014). Используемый спирометр соответствовал существующему на момент исследования обновлению стандартов ISO 26782, указанному в методических рекомендациях по использованию методов спирометрии Российского респираторного общества, имея максимальную допустимую погрешность  $\pm 2,5\%$  при проверке с помощью калибровочного шприца емкостью 3 л, выполняемой ежедневно. Дыхательный маневр осуществлялся в позиции сидя на стуле. Маневр включал четыре последовательных этапа: 1) спокойное дыхание; 2) быстрый полный вдох с паузой менее 2 сек; 3) полный выдох с максимальным усилием до достижения времени форсированного выдоха 15 сек с сохранением вертикального положения тела; 4) полный вдох с максимальным усилием. Маневр повторялся как минимум 3 раза до достижения результатов, воспроизводимость которых не отличалась между собой по параметру ОФВ<sub>1</sub> более чем на 150 мл. Пациенты с клинико-инструментальными данными ХОБЛ консультированы пульмонологом на дооперационном этапе с целью коррекции терапии, получаемой на всем протяжении лечения и наблюдения.

### **2.3 Техника выполнения операций**

Для обеспечения комфортных условий работы и безопасности пациента все оперативные вмешательства производились под сочетанной (общей и региональной) анестезией с раздельной интубацией бронхов и однолегочной вентиляцией. С этой целью использовались двухпросветные трубки разных размеров (35-39 Fr), позиционируемые под бронхоскопическим контролем. У 7 пациентов при однолегочной вентиляции зафиксирована гипоксемия ( $SpO_2 < 92\%$ ), устранить которую удалось с помощью постоянного

положительного давления в оперируемом легком с малым потоком подаваемой кислородно-воздушной смеси. Интраоперационная анальгезия осуществлялась путем введения в эпидуральное или паравертебральное пространство 0,2% раствора ропивакаина через перфузоры. На отделении с этой целью использовались эластомерные помпы, заполненные 0,2% раствором ропивакаина, с возможностью регулировки скорости потока вводимо анестетика.

Хирургическое лечение исследуемой группы больных выполнялось из торакоскопического доступа с соблюдением всех международных критериев (Yan T.D. et al., 2014).

Для обеспечения визуализации использовалась эндоскопическая система NIR-ICG Karl Storz (Karl Storz, Tuttlingen, Germany), оснащенная оптикой Hopkins переднебокового видения 30° с возможностью флюоресцентной оценки перфузии посредством индоциамина зеленого. Эндовидеостойка включала дополнительный осветитель и набор фильтров ближнего инфракрасного диапазона света, а также педаль переключения режимов белого света и ближнего инфракрасного диапазона (рисунок 4).



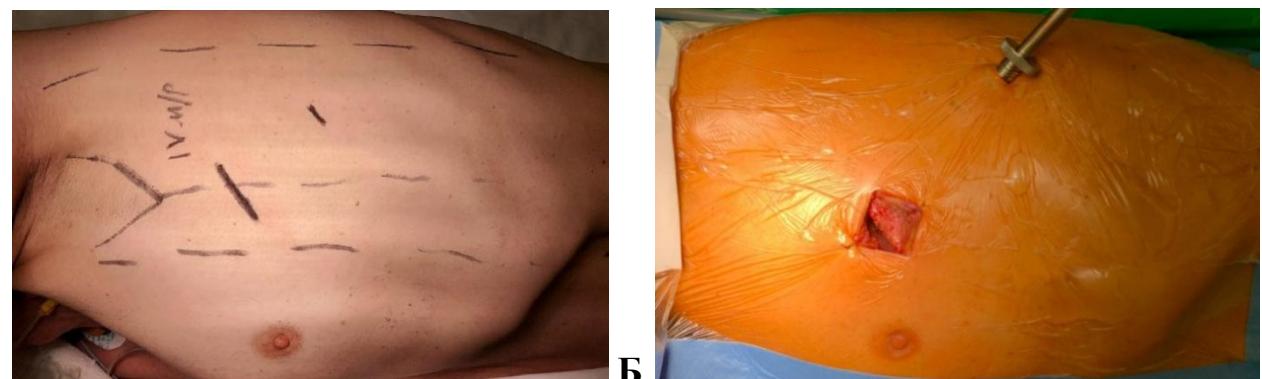
Рисунок 4 – Эндоскопическая система NIR-ICG Karl Storz

В положении пациента на боку стандартный хирургический доступ осуществлялся из двух портов. Наибольший из разрезов – минидоступ,

располагался между передней и средней подмышечными линиями в IV межреберье для верхних лобэктомий и анатомических резекций первых трех сегментов. Из V межреберья осуществлялись анатомические резекции нижних долей и средней доли. Допускалось смещение минидоступа кзади от стандартной локализации вдоль межреберья при выполнении резекции второго, шестого, девятого и десятого сегментов.

Рассеченные вдоль волокна передней зубчатой мышцы на время операции фиксировались к коже по обе стороны от разреза двумя узловыми швами. У пациентов с избыточной массой тела такой маневр позволял увеличить диаметр минидоступа и предотвратить возникновение вакуума в плевральной полости во время аспирации.

Второй порт устанавливался под контролем торакоскопа на 2-3 межреберья ниже минидоступа кзади от средней подмышечной линии. Такое расположение предотвращало перекрест рабочих инструментов с камерой, а также обеспечивало адекватное дренирование жидкости после операции. Смещение порта до задней подмышечной линии считалось недопустимым в связи с потерей адекватной визуализации сосудов верхних долей, а также паратрахеальных групп лимфатических узлов. Предоперационная разметка и финальный вид торакоскопического доступа представлены на рисунке 5.



А – предоперационная разметка расположения разрезов;

Б – финальный вид двухпортового торакоскопического доступа.

Рисунок 5 – Расположение порта и минидоступа при торакоскопической операции

Хирургический прием включал в себя несколько этапов:

1. Мобилизации элементов удаляемой анатомической единицы.
2. Определение границ резекции удаляемой анатомической единицы с последующим их разделением.
3. Систематическая лимфаденэктомия у больных со злокачественным заболеванием.

Обратимая мобилизация элементов корня удаляемой анатомической единицы выполнялась с использованием набора торакоскопических инструментов компании «Scanlan group, USA» (рисунок 6).



А – набор инструментов компании «Scanlan group»;

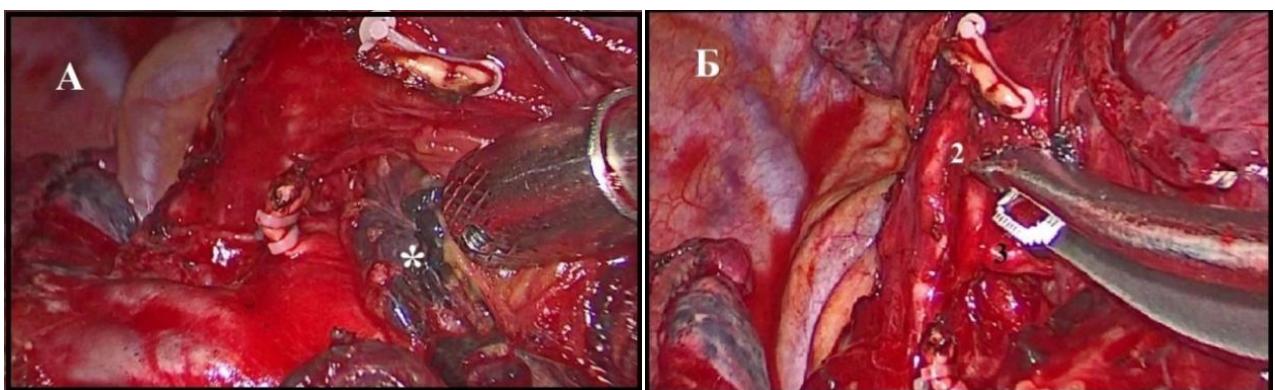
Б – используемый часто при торакоскопической анатомической резекции легкого.

Рисунок 6 – Используемые инструменты для торакоскопической операции

Диссектор D'Amico являлся основным инструментом для выделения легочных артерий и вен, а также бронха (рисунок 6, Б – 2). Зажим Right Angle (рисунок 6, Б – 5) применялся для сосудов и бронхов, ось введения инструмента к которым составляла тупой угол с плоскостью их выделения. Использование диссектора Gening J SPH Snake (рисунок 6, Б – 3) в большинстве случаев ограничивалось захватом удаляемых тканей – преимущественно лимфатических узлов. Выделение им сегментарных артерий сопровождалось высоким риском их повреждения и использовалось в единичных случаях. Все прочие зажимы и диссекторы применялись гораздо реже. Вспомогательным инструментом, воспроизводящим функцию пинцета при открытых операциях, являлся отсос

(рисунок 6, Б – 1). Им дополнялась тракция выделяемых структур. Тракция за легкое достигалась при помощи окончатоголечного зажима.

Пересечение тканей в процессе диссекции выполнялось ультразвуковым скальпелем Harmonic (Johnson&Johnson, USA). Обязательным условием выделения сегментарных сосудов и бронхов являлась прецизионная диссекция внутридолевых и междолевых лимфатических узлов (рисунок 7). Все удаленные узлы 11 и 12 групп распределялись в отдельные баночки и при необходимости направлялись на срочное гистологическое исследование. При подтверждении метастатического поражения внутридолевых лимфатических узлов выполнялась конверсия объема операции до лобэктомии.



А – до удаления межсегментарных лимфатических узлов\*; Б – после удаления лимфатических узлов, 2 – бронх второго сегмента, 3 – бронх третьего сегмента.

Рисунок 7 – Интраоперационная фотография лимфодиссекции уровня N1 при торакоскопической сегментэктомии S2 справа (полимерные клипсы расположены на артерии второго сегмента)

К началу этапа необратимой мобилизации, заключающегося в пересечении сосудов и бронхов удаляемого сегмента либо доли легкого, в большинстве случаев выполнялась внутридолевая лимфаденэктомия в полном объеме. Пересечение сосудов, как правило, начиналось с артерий для предотвращения перенаполнения кровью удаляемой части легкого. Сегментарные вены пересекались в зависимости от объема удаляемой легочной ткани с обязательным сохранением межсегментарных ветвей. С этой целью использовались

пластиковые клипсы компании Grena Ltd., UK. В ряде случаев аналогичным способом обрабатывались мелкие сегментарные бронхи. Считалось допустимым пересекать легочные артерии диаметром менее 3 мм ультразвуковым скальпелем. Сосуды крупного размера обрабатывались сшивающе-режущими аппаратами EndoGIA (Covidien, USA) с белой кассетой (рисунок 8, А). С 2018 года в качестве альтернативы использовались 35 мм кассеты аппарата PVS компании Johnson&Johnson (рисунок 8, Б). Бронхи прошивались и пересекались при помощи зеленых и синих кассет аппарата Echelon Flex (Johnson&Johnson, USA) (рисунок 8, В). Таким образом, к окончанию данного этапа удаляемая часть легкого полностью лишалась кровоснабжения, в том числе через систему бронхиальных артерий, а также лишалась сообщения с бронхиальным деревом.



А – EndoGIA; Б – PVS; В – EchelonFlex.

Рисунок 8 – Сшивающие аппараты

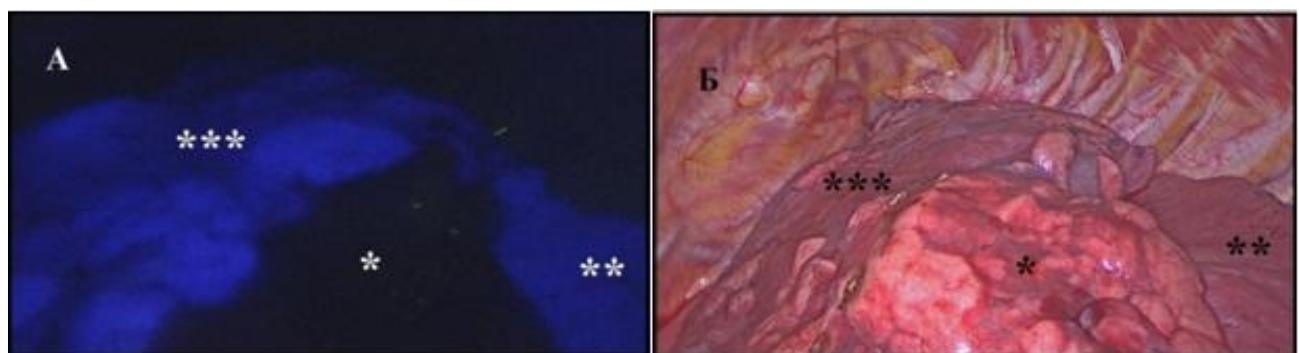
Изоляция удаляемого сегмента позволяла использовать разные методы определения межсегментарных границ. В исследуемой когорте пациентов использованы вентиляционные и перфузионные тесты с индоцианином зеленым.

Препарат ICG (Pulsion, Germany), содержащий 25 мг действующего вещества, разводился в 10 мл воды для инъекции непосредственно перед введением (рисунок 9).



Рисунок 9 – Индоцианин зеленый ICG – Pulsion для приготовления водного раствора

Торакоскоп, камера и осветитель переводились в режим NIRICG. После чего полученный раствор индоцианина в дозировке 0,15 мг/кг (4-5 мл) вводился в периферическую либо центральную вену (подключичную или яремную). Перфузируемая часть легкого и прочие анатомические структуры флюоресцировали синим, либо зеленым цветом в зависимости от используемого режима. При этом на начальных этапах внутригрудные ориентиры практически не определялись (рисунок 10, А).



А – режим флюоресценции; Б – стандартный режим;  
\* – язычковые сегменты, \*\* – шестой сегмент, \*\*\* – сегменты S<sup>1+2-3</sup>.

Рисунок 10 – Интраоперационная фотография маркировки планируемой резекции язычковых сегментов

Постоянное переключение при помощи специальной педали между белым светом осветителя и ближним инфракрасным диапазоном позволяло контролировать основные анатомические структуры, а также отмечать

монополярным коагулятором линию планируемой резекции сегмента по границе легкого с флюоресценцией и без нее (рисунок 10, Б).

Далее выполнялось сравнение планируемой линии резекции с результатами вентиляционной пробы. Такая пробы осуществлялась путем включения в вентиляцию оперируемого легкого до его полного расправления с последующим выключением легкого из вентиляции и коллабированием сохраняемой части паренхимы.

Для пересечения выявленных межсегментарных границ использовались шпивающе-режущие аппараты Echelon Flex. Предпочтительным являлся выбор кассет с высотой скрепок для толстой ткани (зеленого цвета), и с меньшей высотой скрепок (синего цвета), в редких случаях для пересечения паренхимы использовались кассеты белого цвета.

Позиционирование шпивающе-режущих аппаратов осуществлялось по намеченным границам на поверхности легкого. Конец аппарата направлялся к корню оперируемой доли таким образом, чтобы центральные культи пересеченных бронха и сосудов находились проксимальнее аппаратного шва, а периферические оставались в удаляемом сегменте. В результате такого разделения межсегментарных границ сформированный шов окаймлял периферические культи извлеченного препарата (рисунок 11).



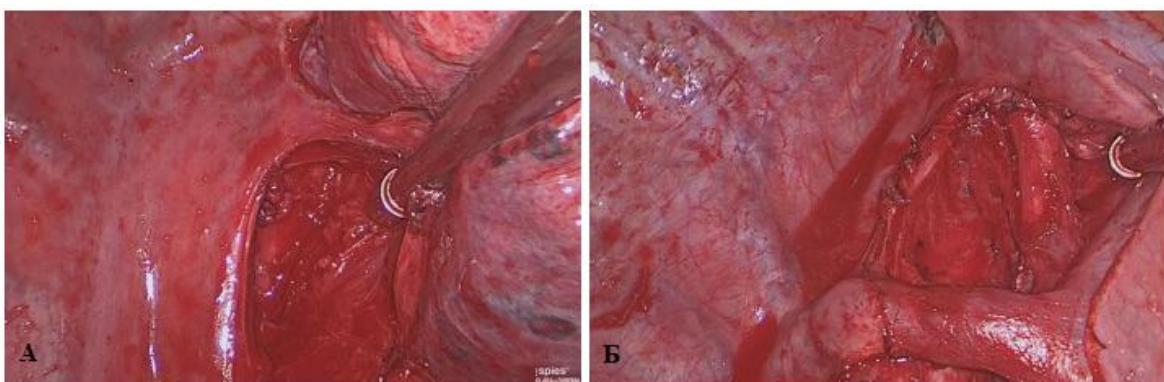
Черная стрелка – культуя сегментарного бронха.

Белая стрелка – две линии аппаратного шва паренхимы.

Рисунок 11 – Фотография удаленного заднего сегмента верхней доли правого легкого. Сегментарные сосуды обработаны полимерными клипсами

Всем пациентам со злокачественной опухолью анатомическая резекция легкого дополнялась лимфодиссекцией в соответствии с рекомендациями ESTS (De Leyn P. et al., 2007). Удаленные лимфатические узлы маркировались согласно общепринятой номенклатуре лимфатических узлов средостения International Association for the Study of Lung Cancer (Rusch V. et al., 2009).

Обязательным условием считалось удаление как минимум трех медиастинальных групп лимфатических узлов. Вне зависимости от локализации опухоли лимфодиссекция группы № 7 выполнялась всей когорте онкологических больных в известных границах: спереди и сзади перикард и пищевод соответственно, по бокам правый и левый главный бронхи (рисунок 12, А). Паратрахеальные группы лимфатических узлов удалялись у всех пациентов при расположении опухоли в верхних долях и средней доле. Границами диссекции являлись: блуждающий нерв и поверхность пищевода слева, передняя и боковая стенки трахеи, диафрагмальный нерв и поверхность верхней полой и правой безымянной вен, дном перикард на правой ветви легочной артерии, сверху область отхождения подключичной артерии (рисунок 12, Б).



А – бифуркационная группа лимфатических узлов;

Б – паратрахеальная группа лимфатических узлов.

Рисунок 12 – Вид операционного поля после лимфодиссекции

Лимфодиссекция группы № 4 слева осуществлялась при условии лимфаденопатии любой группы. Группа № 5 и группа № 6 удалялись всем больным с опухолью, расположенной в верхней доле слева.

Лимфодиссекция групп № 8 и № 9 выполнялась всем пациентам с опухолью в нижних долях, вариабельно остальным больным в ходе разделения нижней легочной связки и выделения бифуркационной группы лимфатических узлов.

В область лимфодиссекции и культий сосудов и бронха устанавливались пластины гемостатического материала «Surgicel fibrillar» (Johnson&Johnson, USA). Вне зависимости от объема удаляемой паренхимы каждая операция завершалась установкой одного плеврального дренажа через нижний торакопорт до купола плевральной полости. Расположение дренажа соответствовало локализации остаточной полости и центральной культи бронха после удаления анатомической единицы легкого.

Время операции фиксировалось от первого кожного разреза до последнего кожного шва, измерялось в минутах. Кровопотеря оценивалась объемом накопленной в электроотсосе крови без учета объема удаляемой паренхимы, измерялась в миллилитрах.

Любое увеличение объема удаляемой паренхимы относительно предоперационного плана фиксировалось как конверсия объема. В зависимости от степени расширения границ резекции конверсии подразделялись на увеличение до дополнительной части сегмента либо целого сегмента, а также на конверсии до доли. Конверсией хирургически доступа считался переход от торакоскопии к торакотомии после пересечения или повреждения элементов корня легкого.

По окончании операции плевральный дренаж подключался к системе пассивного дренирования по Бюлау. В ряде случаев использовалось активное дренирование с помощью аппарата Atmos (Atmos Medizin Technik, Germany). Обязательным считалось применение активного дренирования при массивном сбросе воздуха, приводящем к нарастающей эмфиземе мягких тканей, либо к длительному коллаборированию легкого по данным рентгенографии.

## 2.4 Особенности послеоперационной курации больных

После операции пациенты находились под наблюдением дежурного реаниматолога в палате интенсивной терапии до следующего утра. Перевод осуществлялся на основании данных объективного осмотра, результатов клинического анализа крови и рентгенограммы грудной клетки.

На отделении пациенты получали комплексное лечение. Внутривенное введение антибактериальных препаратов осуществлялось в период продолжающегося дренирования плевральной полости. Все пациенты получали инфузционную, комбинированную анальгетическую, гастропротекторную терапию, а также поддержку малопоточным кислородом и небулайзер-терапию.

При частичной гиповентиляции легких пациентам проводилась неинвазивная респираторная поддержка (СРАР-терапия) в тренировочном режиме. Бронхоскопия с целью диагностики и санации рассматривалась как крайняя мера при безуспешности СРАР-терапии.

Дренаж из плевральной полости удалялся при отсутствии признаков истечения воздуха по дренажу и при объеме отделяемой жидкости не более 200 мл за сутки. До и после удаления плеврального дренажа пациенту выполнялось рентгенографическое исследование органов грудной клетки в двух проекциях. При отсутствии клиничко-рентгенологических и лабораторных признаков осложнений выписка пациентов осуществлялась в течение двух суток после удаления плеврального дренажа.

Послеоперационные осложнения анализировались с учетом Оттавской классификации осложнений в торакальной хирургии (Ivanovic J. et al., 2011). Каждому осложнению в зависимости от метода устранения и исхода присваивалась степень тяжести (grade). При наличии у пациента нескольких осложнений учитывалась самая высокая степень.

Ранняя послеоперационная смертность определялась как летальный исход в течение 90 дней после операции.

## 2.5 Характеристика исследуемых пациентов

В течение всего ретроспективного исследования 262 больным выполнено 268 торакоскопических анатомических резекций. Из них – 190 лобэктомий и 78 сегментэктомий.

Основные данные, включающие пол, возраст, индекс коморбидности Чарльсона, наличие предшествующей операции на легком, объем форсированного выдоха за первую секунду, а также стаж курения пациентов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сводные данные, характеризующие исследуемых пациентов (n=268)

Параметр	Общая когорта пациента (n=268)	Группа сегментэктомий (n=78)	Группа лобэктомий (n=190)
Пол (мужской)	139 (53,1%)	27 (34,6%)	112 (58,2%)
Возраст	от 21 до 90 лет средний $61,5 \pm 13,1$ лет мода 65 лет	от 21 до 81 года средний $56,8 \pm 15,6$ лет мода 65 лет	от 28 до 90 лет средний $63,4 \pm 11,6$ лет мода 65 лет
CCI	от 0 до 10 баллов средний $3,5 \pm 2,3$ баллов	от 0 до 10 баллов средний $3,4 \pm 2,4$	от 0 до 10 баллов средний $3,6 \pm 2,3$
Предсуществующая операция на легком	13 (4,9%)	10 (12,8%)	3 (1,6%)
Стаж курения да/нет, минимум и максимум, среднее среди курильщиков	128 (48,8%)/134 (51,2%) от 2 до 100 пачка/лет $37,7 \pm 20,9$ пачка/лет	28(35,9%)/50 (64,1%) от 2 до 60 пачка/лет $29 \pm 18,2$ пачка/лет	100(52,6%)/90(47,4%) от 2 до 100 пачка/лет $39,6 \pm 17,6$ пачка/лет
ОФВ <sub>1</sub>	От 22% до 136% средний $85,7 \pm 21,9\%$	От 22% до 132% средний $91,1 \pm 24,0\%$	От 29% до 136% средний $83,5 \pm 20,6\%$

Как показано в таблице 2, анатомические резекции легкого распределены в равном соотношении между мужчинами и женщинами, однако сегментэктомии

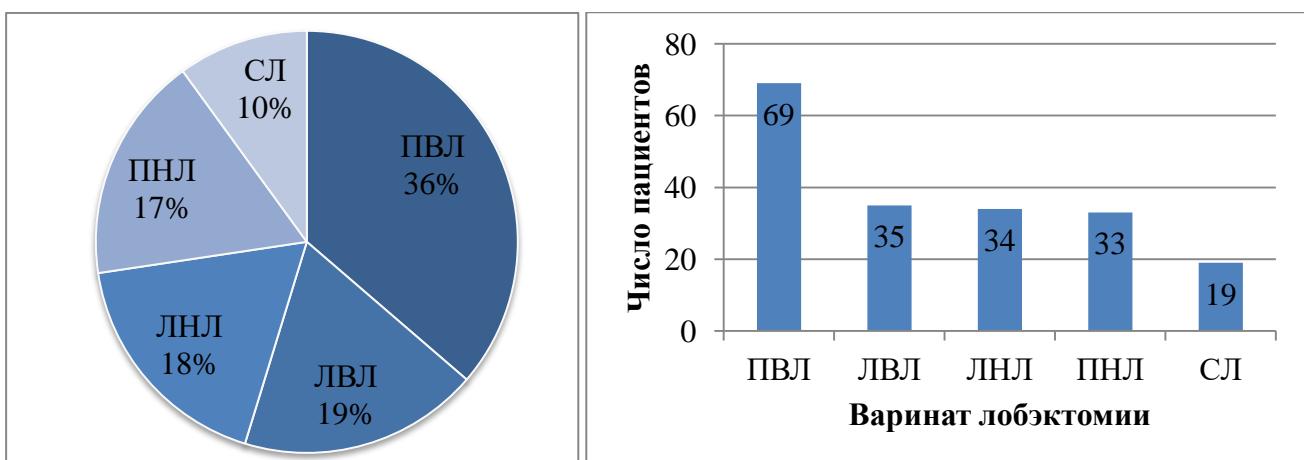
чаще выполнялись женщинам, в то время как лобэктомии преимущественно получали мужчины. Возраст больных варьировал в диапазоне от 21 до 90 лет, с наиболее встречающимся вариантом – 65 лет, как в общей когорте пациентов, так и среди пациентов перенесших сегмент- и лобэктомии. При этом средний возраст больных в группе сегментэктомий был меньше ( $56,8 \pm 15,6$  лет) в сравнении с группой лобэктомий ( $63,4 \pm 11,6$  лет). Абсолютное число планируемых к операции больных значительно преобладало в возрастных группах старше 50 лет. В этом возрасте большинство пациентов имело ряд хронических заболеваний.

В исследуемой когорте больным присвоены баллы CCI от 0 до 10 (среднее значение  $3,5 \pm 2,3$ ). Коморбидность пациентов в группе сегментэктомий являлась соизмеримой с группой лобэктомий, средние значения CCI составили  $3,4 \pm 2,4$  и  $3,6 \pm 2,3$  соответственно.

Из 268 операций в 13 случаях (4,9%) пациенты ранее перенесли анатомическую резекцию легкого. У 10 из них второе вмешательство выполнено в объеме сегментэктомии и лишь трем больным осуществлена лобэктомия. Около половины анализируемых больных являлись курильщиками (48,8%). В группе сегментэктомий анамнез табакокурения встречался реже (35,9%), чем в группе лобэктомий (52,6%). При этом и средний стаж курения был больше на 10 пачка/лет в группе лобэктомий в сравнении с сегментэктомиями ( $39,6 \pm 17,6$  против  $29 \pm 18,2$  пачка/лет). ОФВ<sub>1</sub> также отличался в исследуемых группах. Для пациентов, перенесших сегментэктомию, среднее его значение составляло  $91,1 \pm 24,0\%$  против  $83,5 \pm 20,6\%$  в группе лобэктомий.

### ***2.5.1 Характеристика пациентов, перенесших лобэктомию***

В анализируемой группе пациентов выполнено 190 лобэктомий. Варианты выполненной лобэктомии представлено на рисунке 13.

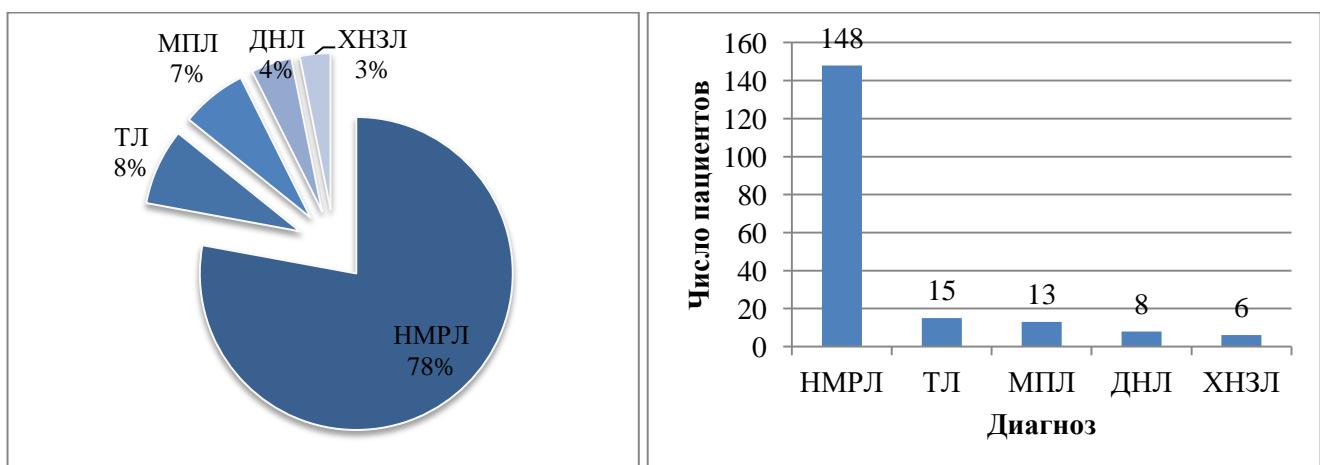


ПВЛ – правая верхняя лобэктомия; ЛВП – левая верхняя лобэктомия; ЛНЛ – левая нижняя лобэктомия; ПНЛ – правая нижняя лобэктомия; СЛ – средняя лобэктомия.

Рисунок 13 – Распределение вариантов лобэктомий

Чаще других больным выполнялась верхняя лобэктомия справа – 69 пациентов (36%). Примерно в равном соотношении выполнены нижняя лобэктомия справа, нижняя лобэктомия слева и верхняя лобэктомия слева – 17%, 18% и 19% соответственно. Самой редкой операцией, насчитывающей 19 случаев (10%), являлась средняя лобэктомия.

В подавляющем большинстве случаев (77,9%) лобэктомии выполнялись в связи с первичным раком легкого, в 148 случаях (рисунок 14).



НМРЛ – немелкоклеточный рак легкого; МПЛ – метастатическое поражение легкого; ДНЛ – доброкачественное новообразование легкого; ХНЗЛ – хроническое нагноительное заболевание легкого; ТЛ – туберкулез легкого.

Рисунок 14 – Распределение диагнозов в группе лобэктомий

Распределение пациентов по морфологическому типу и стадии рака легкого представлены в таблице 3. В группе немелкоклеточного рака чаще других встречалась adenокарцинома легкого, доля которой составила 64,2%. Реже лобэктомии выполнялись в связи с плоскоклеточным и нейроэндокринным раком – 18,9% и 14,9% соответственно. У трех пациентов выявлен мукоэпидермоидный рак, плеоморфная и крупноклеточная карцинома. В 45,3% случаев лобэктомия выполнена в связи с IA стадией рака.

Таблица 3 – Распределение пациентов группы лобэктомий по морфологическому типу и стадии рака легкого (n=190)

Морфологический тип			Стадия					
Вариант НМРЛ	n	доля	IA	IB	IIА	IIВ	IIIА	IIIВ
Аденокарцинома	95	64,2%	42	11	4	10	24	4
Плоскоклеточный рак	28	18,9%	6	7	1	7	6	1
Нейроэндокринный рак	22	14,9%	17	2	0	3	0	0
Другие	3	2,0%	2	1	0	0	0	0
Всего	148	100%	67	21	5	20	30	5

У 17,6% пациентов размер опухоли явился основанием для установления IB и IIА стадии заболевания. В оставшихся 37,2% случаях определены IIВ, IIIА и IIIВ стадии заболевания, как по причине размера опухоли, так и в связи с метастатическим поражением лимфатических узлов.

Распределение пациентов с железистым раком легкого в зависимости от доли солидного компонента в структуре опухоли с затенением по типу матового стекла представлены в таблице 4.

Как представлено в таблице 4 лобэктомии выполнялись преимущественно в связи с инвазивной adenокарциномой легкого – 74 пациента (77,9%). В редких случаях удаление доли легкого осуществлялось в связи с преинвазивной adenокарциномой или инвазивной на фоне преинвазивной adenокарциномы. Затенение по типу матового стекла в структуре периферического

новообразования определялось во всех подгруппах удаленных новообразований. Тем не менее, предиктивной связи между инвазивностью опухоли и затенением по типу матового стекла в группе лобэктомий не выявлено.

Таблица 4 – Распределение пациентов по c/t ratio и инвазивности аденокарциномы (n=95)

Аденокарцинома	c/t ratio		
	≤0,5	>0,5	Всего
Преинвазивная	0 (0%)	1 (100%)	1 (100%)
На фоне преинвазивной	3 (15%)	17 (85%)	20 (100%)
Инвазивная	2 (2,7%)	72 (97,3%)	74 (100%)
Всего	5 (5,3%)	90 (94,7%)	95 (100%)

У 15 пациентов (7,9%) патоморфологическое исследование определило туберкулез легкого. В девяти случаях диагноз был известен на дооперационном этапе – больные получали комплексное лекарственное лечение. У шести больных новообразование, имевшее скиалогические признаки периферической опухоли, определено патоморфологами как туберкулема.

У 13 больных (6,8%) выполнена лобэктомия в связи с метастатическим поражением легкого. Самым частым источником являлся колоректальный рак – у четырех больных. Реже лобэктомии выполнялись в связи с солитарным метастазом светлоклеточного рака почки – у трех пациентов. В единичных случаях выполнена операция по причине метастаза рака корня языка, эндометрия, молочной железы, щитовидной железы, а также в связи с метастазом лейомиосаркомы матки и хорионкарциномы.

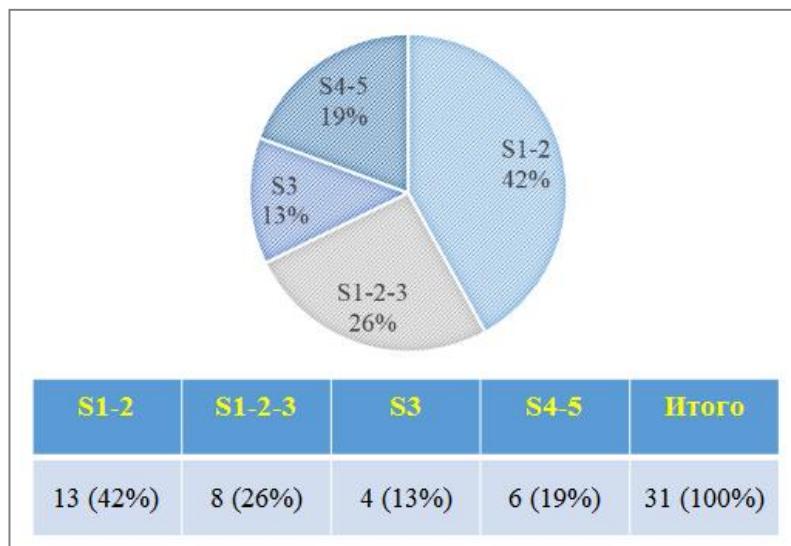
Добропачественный характер удаленного новообразования верифицирован у 8 пациентов (4%) – по четыре случая гамартохондромы и IgG-ассоциированной псевдоопухоли.

Реже всего (3%) лобэктомии выполнялись при хронических нагноительных заболеваниях легкого. У всех шести пациентов патоморфологами установлен диагноз хронического абсцесса легкого.

## 2.5.2 Характеристика пациентов, перенесших сегментэктомию

В течение всего времени исследования из 87 запланированных сегментэктомий операцию удалось завершить в данном объеме у 78 (89%) пациентов. В остальных девяти случаях выполнена конверсия объема до лобэктомии. Увеличение объема удаляемой паренхимы до дополнительной части соседнего сегмента, либо целого сегмента у 17 больных. Конверсии доступа в торакотомию в исследуемой группе пациентов не обнаружено.

Чаще других сегментэктомии выполнялись при локализации новообразования в верхней доле левого легкого. Из 31 операции (39,7%) у 13 пациентов удален задний и верхушечный сегмент, 8 больным выполнена трисегментэктомия и 6 пациентам анатомическая резекция язычковых сегментов. Кроме того, согласно представленному рисунку 15 в четырех случаях потребовалось изолированно удалить передний сегмент верхней доли левого легкого.

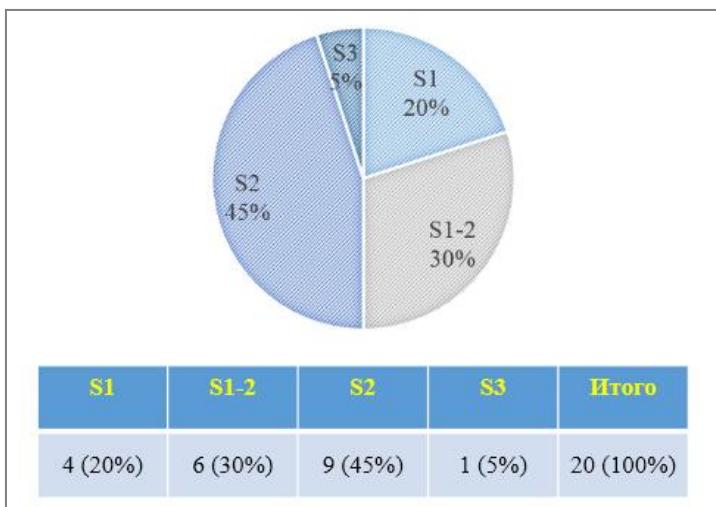


S – сегментэктомия.

Рисунок 15 – Распределение сегментэктомий верхней доли левого легкого

Второй по частоте выполнения сегментэктомий являлась локализация опухоли в верхней доле правого легкого – 20 оперативных вмешательств (25,6%). Как представлено на рисунке 16, операция приводила к удалению, как правило,

одного изолированного сегмента. Чаще других удалялся задний сегмент ( $n=9$ ), реже верхушечный ( $n=4$ ) и передний ( $n=1$ ) сегменты. У шести пациентов выполнена бисегментэктомия верхушечного и заднего сегментов.



S – сегментэктомия.

Рисунок 16 – Распределение сегментэктомий верхней доли правого легкого

Реже выполнялись сегментэктомии нижних долей справа (19,2%) и слева (14,1%) – рисунок 17. Из 15 правосторонних сегментэктомий данной локализации в 10 случаях выполнено изолированное удаление верхушечного сегмента (рисунок 17, А). Слева такой вариант сегментэктомии выполнялся практически у каждого второго больного (рисунок 17, Б).

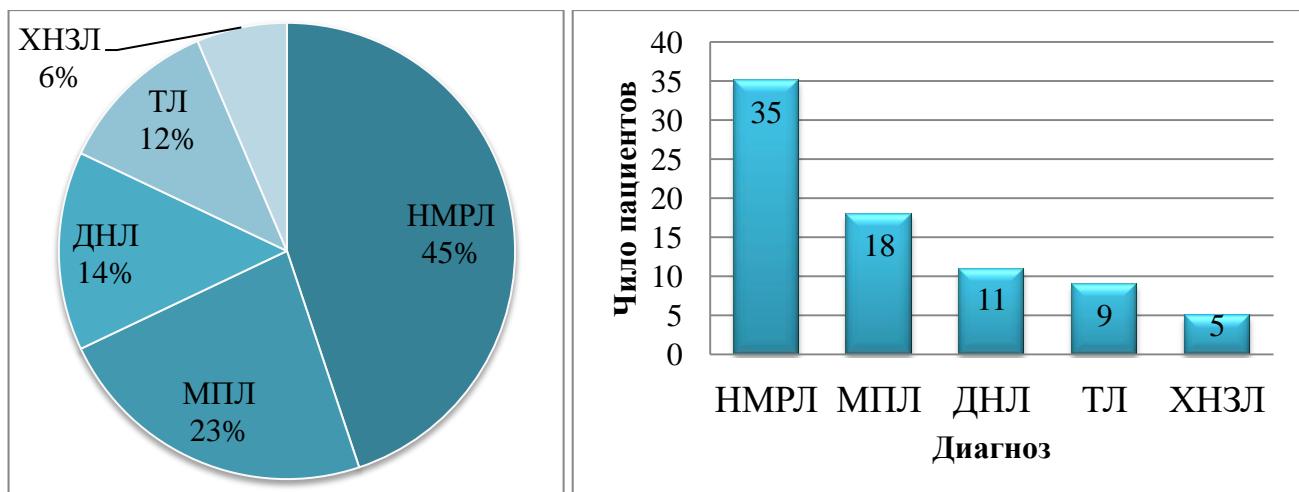


А – правое легкое; Б – левое легкое; S – сегментэктомия.

Рисунок 17 – Распределение сегментэктомий нижних долей легкого

Удаление всех сегментов базальной пирамиды являлось второй по частоте операцией среди резекций нижних долей – у 27% пациентов справа и у 18% слева. Изолированные резекции сегментов базальной пирамиды, либо их сочетание с удалением верхушечного сегмента встречались в единичных случаях. У одного пациента с расположением опухоли на границе заднего сегмента верхней доли и верхушечного сегмента нижней доли слева потребовалось выполнить бисегментэктомию S1-2+S6 слева.

Сегментэктомии выполнялись преимущественно у пациентов со злокачественным заболеванием легкого, в 53 случаях (68%). Первичный рак легкого верифицирован у 35 больных (44,9%). У 18 пациентов (23,1%) патоморфологическое исследование определило метастатический характер поражения легкого. Реже идентифицированы послеоперационные диагнозы туберкулеза, хронического нагноительного заболевания и доброкачественного новообразования легкого (рисунок 18).



НМРЛ – немелкоклеточный рак легкого; МПЛ – метастатическое поражение легкого; ДНЛ – доброкачественное новообразование легкого; ХНЗЛ – хроническое нагноительное заболевание легкого; ТЛ – туберкулез легкого.

Рисунок 18 – Распределение диагнозов в группе сегментэктомий

Распределение пациентов по морфологическому типу и стадии рака легкого представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Распределение пациентов по морфологическому типу и стадии рака легкого (n=35)

Морфологический тип			Стадия				
Вариант	n	доля	IA	IB	IIА	IIВ	IIIА
Аденокарцинома	29	82,9%	25	1	0	1	2
Плоскоклеточный рак	4	11,4%	3	0	0	1	0
Аденосквамозный рак	1	2,9%	0	0	1	0	0
Нейроэндокринный рак	1	2,9%	1	0	0	0	0
Всего	35	100%	29	1	1	2	2

Таблица 5 демонстрирует, что в группе немелкоклеточного рака чаще других встречалась аденокарцинома легкого, доля которой составила 82,9%. В редких случаях сегментэктомии выполнялись в связи с плоскоклеточным раком легкого – 4 пациента (11,4%). И у единичных пациентов с аденосквамозным и нейроэндокринным раком.

Доля миниинвазивной и преинвазивной аденокарциномы легкого составила 45%. У этих больных значение c/t ratio менее 50% показало прогностическую достоверность критерия. Преинвазивная аденокарцинома выявлена у 3 пациентов, инвазивная на фоне преинвазивной у 10 больных. Инвазивная аденокарцинома верифицирована в 55% случаев (таблица 6).

Таблица 6 – Распределение пациентов по критерию c/tratio инвазивности аденокарциномы (n=29)

Аденокарцинома	c/t ratio		
	≤0,5	>0,5	Всего
Преинвазивная	3 (100%)	0 (0%)	3 (100%)
На фоне преинвазивной	6 (60%)	4 (40%)	10 (100%)
Инвазивная	1 (6%)	15 (94%)	16 (100%)
Всего	10 (34,5%)	19 (65,5%)	29 (100%)

У оставшихся 45% пациентов операция выполнена в связи с преинвазивной adenокарциномой (10,5%) и инвазивной adenокарциномой на фоне преинвазивной (34,5%). Как видно из таблицы 6 у 9 из 10 пациентов с соотношением c/t 0,5 и менее выявлялись преинвазивная или инвазивная на фоне преинвазивной adenокарциномы. При этом у больных с c/tratio опухоли более 0,5 патоморфологический диагноз соответствовал инвазивной adenокарциноме (78,9%), либо преинвазивной на фоне инвазивной (21,1%).

Большинство пациентов (82,8%) получили хирургическое лечение при IA стадии рака легкого. У трех из 35 больных согласно плановому гистологическому исследованию выявлены микрометастазы в лимфатические узлы N1 и N2 уровня, что увеличило стадию заболевания до IIIB и IIIA. Причиной IIIB, IIIA и IIIA стадии у каждого из оставшихся трех пациентов явился большой размер новообразования, идентифицированного на дооперационном этапе как метастатического. Распределение пациентов по критерию T представлено на рисунке 19.

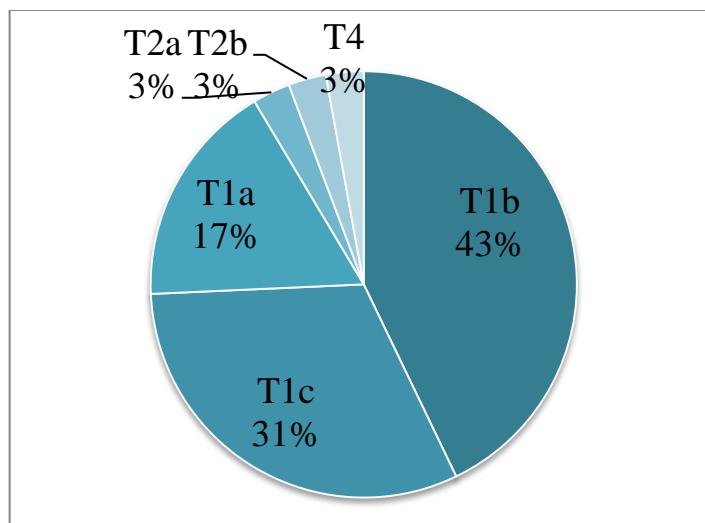


Рисунок 19 – Распределение пациентов с немелкоклеточным раком легкого по критерию T (n=35)

Чаще других сегментэктомии выполнялись при размере рака легкого диаметром от 11 до 20 мм – 15 операций (43%). Реже у пациентов с диаметром опухолевого узла от 21 до 30 мм – 11 сегментэктомий (31%). У 6 больных (17%)

наибольший размер удаленной опухоли легкого составлял 10 мм и менее. Трем больным (9%) выполнена сегментэктомия с диаметром рака легкого более 30 мм.

Удаление солитарного метастаза легкого явилась второй по частоте (23,1%) причиной выполнения сегментэктомии. Такой вариант лечения являлся методом выбора при расположении новообразования в глубине паренхимы, не позволяющем осуществить атипичную резекцию легкого. В таблице 7 продемонстрировано, что основным первичным источником являлся колоректальный рак. Реже сегментэктомии выполнялись при метастазах рака почки, молочной железы, щитовидной железы и эндометрия. Одной пациентке выполнена сегментэктомия в связи с солитарным метастазом лейомиосаркомы.

Таблица 7 – Распределение пациентов по источнику солитарного метастаза (n=18)

Источник метастазирования	Число пациентов	Доля пациентов
Рак кишки	11	61,1%
Рак молочной железы	2	11,1%
Рак почки	2	11,1%
Рак щитовидной железы	1	5,6%
Рак эндометрия	1	5,6%
Лейомиосаркомы	1	5,6%
Всего	18	100%

Доброкачественный характер удаленного новообразования верифицирован у 11 пациентов (14%). У четырех из них данный диагноз предполагался на дооперационном этапе. А в 5 случаях опроверг злокачественную этиологию выявленных изменений. Распределение больных по варианту доброкачественного новообразования легкого представлено в таблице 8. У 9 пациентов (12%) торакоскопическая сегментэктомия выполнена по поводу туберкулеза легкого (таблица 9). Подавляющее большинство операций данной группы осуществлено в связи с туберкулемой легкого – 8 пациентов (88,9%).

Таблица 8 – Распределение пациентов по варианту доброкачественного новообразования легкого (n=11)

Вариант доброкачественного новообразования	Число пациентов	Доля пациентов
Гамартохондрома	3	27,3%
IgG-ассоциированная псевдоопухоль	3	27,3%
Артериовенозная мальформация	2	18,2%
Бронхиальная аденома	1	9,1%
Бронхогенная киста	1	9,1%
РЕСома	1	9,1%
Всего	11	100%

Лишь у одного пациента верифицирован инфильтративный туберкулез. Микроскопическое и ПЦР исследование мокроты не показало бактериовыделения.

Таблица 9 – Распределение пациентов по клинико-рентгенологической форме туберкулеза (n=9)

Форма туберкулеза	Число пациентов	Доля пациентов
Туберкулема	8	88,9%
Инфильтративный туберкулез	1	11,1%
Всего	9	100%

Реже всего торакоскопические сегментэктомии выполнялись при хронических нагноительных заболеваниях легкого. Хронический абцесс легкого выявлен у 4 пациентов. У одного пациента выполнена анатомическая резекция VI и X сегментов слева в связи с аспергилломой легкого.

Окончательный перечень патоморфологических диагнозов больных, оперированных в объеме торакоскопической сегментэктомии, представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Распределение патоморфологических диагнозов после ВТС сегментэктомий по встречаемости (n=78)

Патоморфологический диагноз	Число	Доля
Инвазивная аденокарцинома	16	20,5%
Метастаз рака кишки	11	14,1%
Инвазивная аденокарцинома на фоне преинвазивной	10	12,8%
Туберкулема	8	10,2%
Плоскоклеточный рак	4	5,1%
Хронический абсцесс	4	5,1%
Преинвазивная аденокарцинома	3	3,8%
IgG-ассоциированная псевдоопухоль	3	3,8%
Гамартонхондрома	3	3,8%
Метастаз рака молочной железы	2	2,6%
Метастаз рака почки	2	2,6%
Артериовенозная мальформация	2	2,6%
Карциноид	1	1,3%
Аденосквамозный рак	1	1,3%
Метастаз рака щитовидной железы	1	1,3%
Метастаз рака эндометрия	1	1,3%
Метастаз лейомиосаркомы	1	1,3%
Бронхиальнаяadenома	1	1,3%
Бронхогенная киста	1	1,3%
РЕСома	1	1,3%
Инфильтративный туберкулез	1	1,3%
Аспергиллома	1	1,3%
Всего	78	100,0

## 2.6 Статистическая обработка материала

Статистическая обработка данных в диссертационном исследовании выполнялась с использованием программы IBM SPSS statistics v.24.0 и программы STATA, псевдорандомизация осуществлялась при помощи программы R 4.3.2. Количественные показатели, после проверки на соответствие нормальному распределению, обрабатывались при помощи параметрических и непараметрических критериев, качественные показатели анализировались при помощи Хи-квадрата Пирсона. Общая, безрецидивная и опухоль-специфическая выживаемость больных оценивались методом Каплана-Мейера (для оценки достоверности различий между кривыми выживаемости применялся Log rank тест).

### Глава 3

## СРАВНЕНИЕ БЛИЖАЙШИХ РЕЗУЛЬТАТОВ ТОРАКОСКОПИЧЕСКИХ ЛОБ- И СЕГМЕНТЭКТОМИЙ

Основные конечные точки сравнения групп пациентов после лоб- и сегментэктомий подразделены на интраоперационные и послеоперационные. К интраоперационным отнесены: длительность операции, число удаленных лимфатических узлов при злокачественной опухоли, объем кровопотери и частота кровотечения. Послеоперационные включали: длительность госпитализации, длительность дренирования плевральной полости, наличие и степень тяжести послеоперационных осложнений.

Сравнение ближайших результатов торакоскопических лоб- и сегментэктомий представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Распределение ближайших результатов торакоскопических лоб- и сегментэктомий (n=268)

Параметр	Всего	Группы исследования				p	
		лобэктомии		сегментэктомии			
		n	n	%	n		
Число пациентов	268	190	100	78	100		
Длительность госпитализации, сут.	–	<b>8,3±4,2</b>	–	<b>6,7±2,2</b>	–	<b>0,001</b>	
Длительность дренирования, сут.	–	6,8±6,4	–	5,8±5,6	–	0,281	
Длительность операции, мин	–	160±57	–	151±49	–	0,241	
Число N2 лимфоузлов, ср.	–	<b>13,0±5,6</b>	–	<b>10,1±5,0</b>	–	<b>0,001</b>	
Число N1 лимфоузлов, ср.	–	6,8±3,3	–	5,2±2,5	–	0,416	
Объем кровопотери, мл	–	81±59	–	105±80	–	0,888	
Интраоперационное кровотечение	11	8	4,2	3	3,8	0,891	
Осложненный п/о период	94	72	37,9	22	28,2	0,131	

## Продолжение таблицы 11

Параметр	Всего	Группы исследования				p	
		лобэктомии		сегментэктомии			
		n	n	%	n		
Число пациентов	268	190	100	78	100		
Степень осложнения	I	13	11	5,8	2	2,6	0,207
	II	67	48	25,3	19	24,4	0,565
	IIIА	11	10	5,3	1	1,3	0,108
	IIIВ	3	3	1,6	0	0	0,235
Вариант осложнения	продленный сброс воздуха	68	50	26,3	18	23,1	0,
	фибрилляция предсердий	11	8	4,3	3	3,8	0,
	эмфизема мягких тканей	11	9	4,7	2	2,6	0,
	гиповентиляция, СРАР терапия	8	7	3,8	1	1,3	0,
	пневмоторакс	6	6	3,2	0	0	0,
	хилоторакс	4	3	1,6	1	1,3	0,
	пневмония	2	1	0,5	2	2,6	0,

Как показано в таблице 11 после сегментэктомий в сравнении с лобэктомиями выявлен более короткий средний срок госпитализации (6,7 суток против 8,3 суток) и меньшее среднее число удаленных средостенных лимфатических узлов (10 против 14). Длительность операции, частота интраоперационного кровотечения и средний объем кровопотери, а также частота осложнений и их тяжесть не имели статистически достоверных различий в сравниваемых группах, хотя осложненный послеоперационный период чаще встречался после лобэктомий (37,9%) чем после сегментэктомий (28,2%).

Учитывая вероятную разнородность анализируемых групп по параметрам, описанным в главе 2, перед их сравнением решено определить связь между конечными точками и предоперационными данными исследуемой когорты пациентов.

### 3.1 Анализ ближайших результатов торакоскопических анатомических резекций

#### *Пол и возраст*

Распределение ближайших результатов торакоскопических анатомических резекций в зависимости от пола и возраста представлено в таблице 12.

Таблица 12 – Распределение ближайших результатов торакоскопических анатомических резекций в зависимости от пола и возрастной группы (n=268)

Конечная точка	Пол			Возрастная группа, лет				p
	муж. (n=143)	жен. (n=125)	p	<40 (n=22)	40-55 (n=39)	56-69 (n=140)	≥70 (n=67)	
Длительность госпитализации, ср. (сут)	6,4±1,8	7,0±2,0	0,694	6,5±1,2	6,9±1,6	6,1±2,9	8,5±2,2	0,406
Длительность дренирования, ср. (сут)	7,1±3,9	5,7±4,2	0,580	6,0±3,3	6,6±3,8	6,6±3,9	6,2±2,7	0,687
Длительность операции, ср. (мин)	168±62	145±58	0,001	158±53	156±56	155±61	163±69	0,379
Объем кровопотери, ср. (мл)	84±37	76±41	0,392	85±42	54±50	86±21	84±33	0,915
Интраоперационное кровотечение – да, n (%)	5 (3,5)	6 (3,5)	0,592	1 (4,5)	0 (0)	8 (5,7%)	2 (3,0)	0,421
Наличие п/о осложнений – да, n (%)	55 (38,5)	39 (31,2)	0,214	8 (36,4)	12 (30,8)	51 (36,4)	23 (34,3)	0,927
Степень п/о осложнения, n (%)	I	7 (12,7)	6 (15,4)	0,149	2 (25,0)	2 (16,7)	4 (7,8)	5 (21,7)
	II	36 (65,5)	31 (79,5)		5 (62,5)	7 (58,3)	39 (76,5)	16 (69,6)
	IIIА	9 (16,4)	2 (5,1)		1 (12,5)	3 (25,0)	5 (9,8)	2 (8,7)
	IIIВ	3 (5,5)	0 (0)		0 (0)	0 (0)	3 (5,9)	0(0)

Анализ представленных результатов не показал влияния пола и возраста на длительность дренирования плевральной полости, срок госпитализации и объем кровопотери. Частота интраоперационного кровотечения и наличия

послеоперационных осложнений также не отличалась в исследуемых группах, равномерно распределяясь среди больных. При этом структура послеоперационных осложнений имела ряд тенденций в зависимости от возрастной группы пациентов. Так малые осложнения II степени встречались преимущественно среди пациентов старше 55 лет, в то время как осложнения IIIA степени выявлены в наибольшей доле у пациентов от 45 до 55 лет.

Единственной конечной точной со статистической значимостью различий оказалась длительность операции, продемонстрировавшая превышение среднего времени анатомической резекции среди мужчин в сравнении с женщинами. Разница средних величин составила 23 минуты.

### *Общая коморбидность*

Следующим этапом проанализировано распределение ближайших результатов хирургического лечения в зависимости от индекса коморбидности Чарльсона и его модифицированного варианта, не учитывающего возраст пациента (таблица 13).

Таблица 13 – Распределение ближайших результатов торакоскопических анатомических резекций в зависимости от коморбидности больных (n=268)

Конечная точка	CCI				CCI без учета возраста				
	0 (n=22)	1-4 (n=166)	≥5 (n=80)	p	0 (n=76)	1-2 (n=118)	3-4 (n=59)	≥5 (n=15)	p
Длительность госпитализации, ср. (сут)	7,2±2,4	6,1±1,9	8,3±2,6	0,843	6,6±2,6	8,2±2,0	7,9±2,7	7,0±3,1	<b>0,049</b>
Длительность дренирования, ср. (сут)	8,1±3,2	6,3±2,9	5,9±3,5	0,119	5,2±3,3	6,8±4,8	7,1±5,1	6,3±5,8	<b>0,003</b>
Длительность операции, ср. (мин)	170±67	155±61	159±68	0,191	162±59	155±63	158±75	146±61	0,348
Объем кровопотери, ср. (мл)	63±28	83±41	81±18	0,300	78±32	84±48	78±32	81±41	0,908

## Продолжение таблицы 13

Конечная точка		CCI				CCI без учета возраста				
		0 (n=22)	1-4 (n=166)	≥5 (n=80)	p	0 (n=76)	1-2 (n=118)	3-4 (n=59)	≥5 (n=15)	p
Интраоперационное кровотечение – да, n (%)		0 (0)	9 (5,4)	2 (2,5)	0,333	3 (3,9)	6 (5,1)	2 (3,4)	0 (0)	0,798
Наличие п/о осложнений – да, n (%)		11 (50,0)	56 (33,7)	27 (33,8)	0,102	22 (28,9)	42 (35,6)	25 (42,4)	5 (33,3)	0,066
Степень п/о осложнения, n (%)	I	3 (27,3)	7 (12,5)	3 (11,1)	0,745	5 (22,7)	4 (9,5)	4 (16,0)	0 (0)	0,736
	II	6 (54,5)	40 (71,4)	21 (77,8)		13 (59,1)	32 (76,2)	18 (72,0)	4 (80)	
	IIIА	2 (18,2)	7 (12,5)	2 (7,4)		4 (18,2)	4 (9,5)	2 (8,0)	1 (20)	
	IIIВ	0 (0)	2 (3,6)	1 (3,7)		0 (0)	2 (4,8)	1 (4,0)	0 (0)	

Данное сравнение не показало статистически достоверных различий подгрупп коморбидности по длительности операции, объему кровопотери и наличию интраоперационного кровотечения. Более того, интуитивно ожидаемые преобладание послеоперационных осложнений и удлинение срока госпитализации в подгруппах более коморбидных пациентов не нашли подтверждения по классическому индексу коморбидности Чарльсона. В таблице 13 показано, что чаще всего осложнения встречались в подгруппе пациентов со значением CCI – 0 (50%), а длительность госпитализации и дренирования плевральной полости практически не отличались среди подгрупп. Исключение же из классического CCI критерия возраста позволило подтвердить его прогностическую значимость. Данные таблицы 13 подтверждают, что нулевое значение модифицированного CCI статистически достоверно уменьшало среднюю длительность госпитализации и дренирования плевральной полости пациентов в сравнении с коморбидными больными (6 и 5 дней против 8 и 7 дней соответственно). При этом доля послеоперационных осложнений также являлась наименьшей в группе больных без значимых сопутствующих заболеваний

( $p=0,066$ ). Однако степень тяжести этих осложнений не показала прямой связи с модифицированным индексом CCI.

### *Дыхательная коморбидность*

Учитывая наиболее распространенный вариант сопутствующего заболевания – ХОБЛ, а также основное направление травмирующего хирургического воздействия на орган дыхания, выполнено сравнение ближайших результатов лечения больных в зависимости от наличия и степени тяжести ХОБЛ и ожидаемого послеоперационного ОФВ<sub>1</sub> (таблица 14).

Анализ полученных данных подтвердил первостепенность снижения резервов дыхательной системы как по длительности дренирования плевральной полости и срокам госпитализации, так и по наличию осложнений в послеоперационном периоде.

Таблица 14 – Распределение ближайших результатов торакоскопических анатомических резекций в зависимости от наличия и степени тяжести ХОБЛ, ппоОФВ<sub>1</sub> (n=268)

Конечная точка	ппоОФВ <sub>1</sub> , %				ХОБЛ (GOLD)				
	<40 (n=18)	40-60 (n=67)	≥60 (n=183)	p	0 (n=201)	1 (n=16)	2 (n=35)	3-4 (n=16)	p
Длительность госпитализации, ср. (сут)	11,1±4,2	8,2±3,1	6,1±2,4	<b>0,001</b>	6,3±2,8	7,0±2,2	8,2±1,8	13,1±5,2	<b>0,001</b>
Длительность дренирования, ср. (сут)	14,4±8,1	6,2±4,6	5,9±5,2	<b>0,001</b>	6,0±3,7	6,2±3,1	7,3±4,4	15±7,2	<b>0,001</b>
Длительность операции, ср. (мин)	163±52	159±65	156±59	0,791	155±58	160±62	164±76	167±79	0,873
Объем кровопотери, ср. (мл)	87±44	95±38	74±41	0,760	81±52	78±37	71±35	92±20	0,737
Интраоперационное кровотечение – да, n (%)	1 (5,6)	3 (4,5)	7 (3,8)	0,925	9 (4,5)	0 (0)	1 (2,9)	1 (6,3)	0,782

## Продолжение таблицы 14

Конечная точка		ппОФВ <sub>1</sub> , %				ХОБЛ (GOLD)				
		<40 (n=18)	40-60 (n=67)	≥60 (n=183)	p	0 (n=201)	1 (n=16)	2 (n=35)	3-4 (n=16)	p
Наличие п/о осложнений – да, n (%)		12 (66,7)	23 (34,3)	59 (32,2)	<b>0,014</b>	64 (31,8)	5 (31,3)	13 (37,1)	12 (75,0)	<b>0,006</b>
Степень п/о осложнения, n (%)	I	0 (0)	2 (8,7)	11 (18,6)	0,199	12 (18,8)	0 (0)	1 (7,7)	0 (0)	0,235
	II	10 (83,3)	16 (69,6)	41 (69,5)		43 (67,2)	3 (60,0)	11 (84,6)	10 (83,3)	
	IIIА	1 (8,3)	3 (13,0)	7 (11,9)		8(12,5)	1(20,0)	1(7,7)	1(8,3)	
	IIIВ	1 (8,3)	2 (8,7)	0 (0)		1(1,6)	1(20,0)	0(0)	1(8,3)	

Таблица 14 показывает, что у пациентов с ХОБЛ 3 и 4 степени тяжести длительность госпитализации оказалась в два раза выше, чем в группе больных без бронхиальной обструкции (12 против 6 суток). Аналогичная связь прослеживается и по длительности дренирования плевральной полости. При этом частота возникновения осложнений данной группы как минимум вдвое выше всех остальных групп сравнения. Анализ распределения осложнений по степени тяжести не показал статистической достоверности различий между группами ХОБЛ по степени тяжести, однако, определил тенденции. Наличие у больных средней и тяжелой ХОБЛ демонстрирует увеличение частоты осложнений II степени. В то время как подавляющее большинство осложнений III степени выявлено среди пациентов без бронхиальной обструкции.

Практически такие же результаты конечных точек получены и для групп сравнения ппОФВ<sub>1</sub>. Очевидно, что оба изучаемых критерия имеют высокую степень корреляции между собой. Однако стоит отметить, что параметр ппо также учитывает объем планируемой резекции легкого. Тем не менее, статистически достоверные различия между группами получены по длительности дренирования плевральной полости, госпитализации больных и наличию любых осложнений в послеоперационном периоде.

### *Оперируемая доля пациентов*

Отдельно проанализировано распределение ближайших результатов торакоскопических анатомических резекций в зависимости от оперируемой доли (таблице 15).

Таблица 15 – Распределение ближайших результатов торакоскопических анатомических резекций в зависимости от оперируемой доли легкого (n=268)

Конечная точка	Оперируемая доля легкого					
	ВДП (n=90)	ВДЛ (n=67)	СДП (n=19)	НДП (n=47)	НДЛ (n=45)	p
Длительность госпитализации, ср. (сут)	8,4±3,4	8,2±2,1	7,4±2,0	7,2±3,1	6,9±1,7	0,363
Длительность дренирования, ср. (сут)	7,3±5,1	7,1±4,3	4,2±1,9*	7±3,2	6±3,3	0,912 <b>*0,003</b>
Длительность операции, ср. (мин)	161±66	178±72	144±51	148±53	136±68	<b>0,034</b>
Объем кровопотери (мл)	89±31	87±38	88±30	71±26	61±52	0,442
Интраоперационное кровотечение – да, n (%)	6 (6,7)	3 (4,5)	1 (5,3)	1 (2,1)	0 (0)	0,408
Наличие п/о осложнений – да, n (%)	34 (37,8)	28 (41,8)	5 (26,3)	15 (31,9)	12 (26,7)	0,425
Степень п/о осложнения, n (%)	I	5 (14,7)	4 (14,3)	2 (40)	1 (6,7)	1 (8,3)
	II	25 (73,5)	20 (71,4)	3 (60)	12 (80)	7 (58,3)
	IIIА	3 (8,8)	2 (7,1)	0 (0)	2 (13,3)	4 (33,3)
	IIIВ	1 (2,9)	2 (7,1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Примечание – ВДП – верхняя доля правая; ВДЛ – верхняя доля левая; СДП – средняя доля правая; НДП – нижняя доля правая; НДЛ – нижняя доля левая, * - СДП с другими долями						

Как представлено в данной таблице, разделение пациентов по принципу оперируемой доли легкого показало статистически достоверные преимущества в длительности дренирования плевральной полости после средней лобэктомии. Средняя ее величина составила 4 суток, что значимо отличалось от 6 и 7 суток

после всех прочих вариантов операций. Также выявлено достоверное увеличение времени удаления новообразования верхних долей в сравнении с нижними и средней долями. Разница длительности составила от 42 до 30 минут, что вероятно может быть объяснено сложностью самих операций. Частота осложнений в послеоперационном периоде в зависимости от оперируемой доли наблюдалась в интервале от 26,3 % (после средней лобэктомии) до 41,8 % (после анатомических резекций верхней доли левого легкого), промежуточные варианты определены для верхней доли справа (37,8%), нижних долей справа (31,9%) и слева (26,7%). Самым частым вариантом являлась II степень осложнения, выявленная в интервале от 58,3% до 80% в анализируемых группах пациентов. Интраоперационные кровотечения выявлены, преимущественно, среди операций верхних и средней долей, включающих 10 эпизодов. Единственный оставшийся случай кровотечения возник во время анатомической резекции нижней доли правого легкого. Тем не менее, статистически достоверных различий конечных точек в рамках анализируемых групп операций не обнаружено.

### *Нозология*

Заключительным этапом оценки значимости ковариант выполнено сравнение ближайших результатов хирургического лечения в зависимости от диагноза и объема выполненной операции. Полученные данные представлены в таблице 16. Наибольшая длительность операции определялась в подгруппе первичного рака легкого, что может объясняться необходимостью выполнения лимфаденэктомии у таких пациентов. В этой подгруппе после сегментэктомий определяется более короткая длительность госпитализации ( $p<0,05$ ) и дренирования, а также реже встречаются осложнения после операции ( $p>0,05$ ).

При этом среднее число удаленных медиастинальных и бронхопульмональных лимфатических узлов при первичном раке больше в группе лобэктомий ( $p<0,05$ ).

Таблица 16 – Распределение ближайших результатов торакоскопических сегмент- и лобэктомий в зависимости от нозологии (n=268)

Конечная точка	Патоморфологический диагноз										р	
	НМРЛ (n=183)		МТС (n=31)		ТБ (n=24)		ДН (n=19)		ХНЗЛ (n=11)			
	С (n=35)	Л (n=148)	С (n=18)	Л (n=13)	С (n=9)	Л (n=15)	С (n=11)	Л (n=8)	С (n=5)	Л (n=6)		
Длительность госпитализации, сп.(сут)	<b>6,8±2,1*</b>	<b>8,6±4,3*</b>	<b>6,3±1,4*</b>	<b>8,1±2,1*</b>	6,0±1,7	6,7±3,5	7,8±3,5	6,6±1,1	<b>6,2±1,3*</b>	<b>8,3±4,8*</b>	* – <0,05	
Длительность дренирования, сп. (сут)	5,8±5,6	7,1±6,8	6,1±7,3	6,4±4,4	6,7±5,3	5,7±6,8	5,0±3,8	5,0±3,0	5,4±2,7	5,1±4,9	>0,05	
Длительность операции, сп. (мин)	161 ± 55	165 ± 57	140±46	120±44	122±22	134±44	156±41	184±72	164±52	151±46	>0,05	
Число медиастинальных л/у, сп.	<b>10,2±3,8*</b>	<b>14,0±7,1*</b>	8,1±2,9	9,2±7,1	0,4±1,3	2,1±2,1	1,8±2,4	1,7±3,1	<b>1,4±2,1*</b>	<b>7,0±4,0*</b>	* – <0,05	
Число бронхопульмональных л/у, сп.	<b>5,2±2,6*</b>	<b>6,8±3,3*</b>	<b>3,5±2,6*</b>	<b>8,3±3,6*</b>	<b>2,8±1,6*</b>	<b>5,0±2,0*</b>	2,7±2,1	4,5±1,7	<b>3,0±1,8*</b>	<b>6,5±3,2*</b>	* – <0,05	
Объем кровопотери, сп. (мл)	96±146	81±58	61±32	83±60	47±27	85±69	91±89	50±24	62±17	106±98	>0,05	
Интраоперационное кровотечение n(%)	2 (5,7%)	5 (3,4%)	0	1(7,7%)	0	1(6,7%)	1 (9,1%)	0	0	1(16,7%)	>0,05	
Наличие п/о осложнений – да, n (%)	9 (25,7%)	60 (40,5%)	5 (27,8%)	5 (38,5%)	4 (44,4%)	4 (26,7%)	3 (27,3%)	1 (12,5%)	1 (20,0%)	2 (33,3%)	>0,05	

Продолжение таблицы 16

Конечная точка		Патоморфологический диагноз										p	
		НМРЛ (n=183)		МТС (n=31)		ТБ (n=24)		ДН (n=19)		ХНЗЛ (n=11)			
		C (n=35)	Л (n=148)	C (n=18)	Л (n=13)	C (n=9)	Л (n=15)	C (n=11)	Л (n=8)	C (n=5)	Л (n=6)		
Степень п/о осложнения, n (%)	I	1 (2,9%)	8 (5,4%)	0	2 (15,4%)	0	1 (6,7%)	1 (9,1%)	0	0	0	>0,05	
	II	8 (22,9%)	40 (27%)	5 (27,8%)	3 (23,1%)	4 (44,4%)	2 (13,3%)	2 (18,2%)	1 (12,5%)	0	2 (33,3%)		
	IIIА	0	9 (6,1%)	0	0	0	1 (6,7%)	0	0	1 (20,0%)	0		
	IIIВ	0	3 (2,0%)	0	0	0	0	0	0	0	0		

Примечание – НМРЛ – немелоклеточный рак легкого; МТС – метастаз; ТБ – туберкулез; ДН – доброкачественное новообразование; ХНЗЛ – хроническое нагноительное заболевание легкого, С – сегментэктомия, Л – лобэктомия, \* - статистически достоверные различия между группами сегмент и лобэктомий.

У больных с доброкачественными новообразованиями, не верифицированными до операции, также выявлена большая длительность операции, поскольку она включала в себя ожидание результатов срочного гистологического исследования, при этом достоверных различий между группами лоб- и сегментэктомий не получено. Во всех исследуемых нозологиях после лобэктомии определялось большее число удаленных внутрилегочных лимфатических узлов. Хирургическое лечение хронических нагноительных заболеваний и солитарных метастазов в объеме лобэктомии сопровождалось более длительной госпитализацией в сравнении с сегментэктомией ( $p<0,05$ ). В отношении остальных ближайших результатов анализ нозологических форм не выявил статистически значимых различий между группами сегмент- и лобэктомий.

Сводные данные по проведенному анализу представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Сводная таблица основных факторов негативного влияния на periоперационные результаты торакоскопических анатомических резекций легкого, в зависимости от их наличия в исследуемой и отсутствия в контрольной группах ( $n=268$ )

Фактор	Конечная точка	Исследуемая группа	Контрольная группа	$p$
CCI без учета возраста 1 и более	Длительность госпитализации (сут)	8,3±4,0	6,4±2,7	<b>0,003</b>
	Длительность дренирования (сут)	6,9±6,4	5,4±5,5	<b>0,049</b>
ХОБЛ 3-4 ст.	Длительность госпитализации (сут)	12,8±7,4	7,6±3,2	<b>0,001</b>
	Длительность дренирования (сут)	15,2±10,4	5,9±5,4	<b>0,001</b>
	Наличие осложнений	12 (75%)	82 (32,5%)	<b>0,001</b>
ппОФВ <sub>1</sub> <40%	Длительность госпитализации (сут)	12,3±7,2	7,6±3,2	<b>0,001</b>
	Длительность дренирования (сут)	14,2±10,2	6,0±5,2	<b>0,001</b>
	Наличие осложнений	12 (66,7%)	82 (32,8%)	<b>0,001</b>
Мужской пол	Длительность операции (мин)	168±58	145±49	<b>0,001</b>
Оперируемые доли — верхние	Длительность операции (мин)	168±56	143±50	<b>0,001</b>

## Продолжение таблицы 17

Фактор	Конечная точка	Исследуемая группа	Контрольная группа	p
Нозология – НМРЛ, ХНЗЛ, дн	Длительность операции (мин)	164±56	131±42	<b>0,001</b>

Как видно из таблицы 17 основными факторами, негативно влияющими на ранние интра- и послеоперационные результаты торакоскопических сегмент- и лобэктомий, оказались: мужской пол, модифицированный CCI равный 1 и более, ппоОФВ<sub>1</sub> менее 40%, тяжелая и крайне тяжелая ХОБЛ, локализация новообразования в верхних долях, нозология рака легкого, хронического нагноительного заболевания или доброкачественного новообразования.

На основании полученных результатов произведен дальнейший подбор максимально близких пар пациентов из групп сегмент- и лобэктомий для псевдорандомизации.

### 3.2 Результаты попарного сравнения ранних послеоперационных результатов торакоскопических лоб- и сегментэктомий

В результате подбора каждому пациенту, перенесшему торакоскопическую сегментэктомию, «ближайшего соседа» из группы торакоскопических лобэктомий сформированы группы для попарного сравнения. Полученные характеристики пациентов представлены в таблице 18.

Таблица 18 демонстрирует, что после выполнения подбора для каждого пациента, перенесшего сегментэктомию, пары из группы лобэктомий по принципу «ближайшего соседа», в полученной когорте больных не определяется статистически достоверных различий между операциями разного объема по полу, модифицированному CCI, ппоОФВ<sub>1</sub>, степени ХОБЛ, локализации

новообразования в верхних долях и диагнозу, что позволяет с большей достоверностью выполнить попарное сравнение анализируемых конечных точек.

Таблица 18 – Основные предоперационные характеристики групп попарного сравнения лоб- и сегментэктомий ( $n=156$ )

Параметр	Всего	Группы исследования				p	
		Лобэктомии		Сегментэктомии			
		n	%	n	%		
Число пациентов	156	78	50	78	50		
Средний возраст, лет	58±14	59±13	–	56±15	–	0,218	
Мужчины, n	69	38	48,7	31	39,7	0,333	
CCI без учета возраста	0	39	20	25,6	19	24,4	
	1-2	70	37	47,4	33	42,3	
	3-4	31	11	14,1	21	26,9	
	≥5	15	10	12,8	5	6,4	
ХОБЛ, степень	отсутствие	129	64	82,1	65	83,3	
	1	11	5	6,4	6	7,7	
	2	5	3	3,8	2	2,6	
	3-4	11	6	7,7	5	6,4	
ппОФВ <sub>1</sub>	<40%	12	6	7,7	6	7,7	
	40-60%	24	13	16,7	11	14,1	
	>60%	120	59	75,6	61	78,2	
Доля	ВДП	45	25	32,1	20	25,6	
	ВДЛ	53	21	26,9	32	41,0	
	НДП	30	15	19,2	15	19,2	
	НДЛ	28	17	21,8	11	14,1	
Диагноз	НМРЛ	82	47	60,3	35	44,9	
	МТС	29	11	14,1	18	23,1	
	ТБ	21	12	15,4	9	11,5	
	ДН	15	4	5,1	11	14,1	
	ХНЗЛ	9	4	5,1	5	6,4	

Сравнение ближайших результатов торакоскопических лоб- и сегментэктомий представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Распределение ближайших результатов торакоскопических лоб- и сегментэктомий после псевдорандомизации (n=156)

Параметр	Всего	Группы исследования				p	
		лобэктомии		сегментэктомии			
		n	n	%	n		
Число пациентов	156	78	50	78	50		
Длительность госпитализации, сут.	–	<b>7,7±3,2</b>	–	<b>6,7±2,2</b>	–	<b>0,018</b>	
Длительность дренирования, сут.	–	6,6±5,6	–	5,8±5,6	–	0,409	
Длительность операции, мин	–	157±52	–	151±49	–	0,505	
Число N2 лимфоузлов, ср.	–	11,0±5,5	–	10,1±5,0	–	0,322	
Число N1 лимфоузлов, ср.	–	5,9±3,0	–	5,2±2,5	–	0,317	
Объем кровопотери, мл	–	87±69	–	105±80	–	0,592	
Интраоперационное кровотечение	8	5	6,4	3	3,8	0,468	
Осложненный п/о период	<b>55</b>	<b>33</b>	<b>42,3</b>	<b>22</b>	<b>28,2</b>	<b>0,065</b>	
Степень осложнения	I	6	4	5,1	2	2,6	0,291
	II	42	23	29,5	19	24,4	0,266
	<b>IIIА</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>7,7</b>	<b>1</b>	<b>1,3</b>	<b>0,035</b>
	<b>IIIВ</b>	–	–	–	–	–	–
Вариант осложнения	продленный сброс воздуха	42	25	32,1	18	23,1	0,103
	фибрилляция предсердий	6	3	3,8	3	3,8	0,794
	хилоторакс	3	2	2,6	1	1,3	0,302
	гиповентиляция, СРАР терапия	2	1	1,3	1	1,3	0,878
	пневмоторакс	3	3	3,8	0	0	0,112
	пневмония	2	1	1,3	2	2,6	0,768

Таблица 19 демонстрирует, что при попарном сравнении интраоперационных результатов статистически достоверных различий между группами не получено. Средняя длительность операции при сегментэктомии составила 151±49 минут, против 157±52 минут при лобэктомии. Среднее число

удаленных медиастинальных лимфатических узлов составило 10 и 11 соответственно, не различаясь и по N1 уровню – 5 против 6. Во время операций наблюдался примерно равный средний объем кровопотери:  $87 \pm 69$  мл для сегментэктомии и  $105 \pm 80$  мл для лобэктомии.

Послеоперационный период 156 анализируемых больных сопровождался осложнениями разной степени тяжести у 55 пациентов (35,2%). Из них 33 больным выполнена лобэктомия, а 22 – сегментэктомия. Значение р при статистическом анализе превысило пороговый уровень 0,05, составив 0,065. Таким образом, с точки зрения осложненного послеоперационного периода анализируемые группы пациентов статистически достоверно не различались.

Анализ вариантов послеоперационных осложнений также не продемонстрировал статистически значимых различий. Истечение воздуха по дренажу более 5 дней выявлено у 25 больных после лобэктомии и у 18 пациентов после сегментэктомии ( $p=0,1$ ). Равное число случаев нарушений сердечного ритма, гиповентиляции и пневмонии оперируемого легкого наблюдалось в анализируемых группах пациентов. При этом хилоторакс выявлен у двух больных после лобэктомии и у одного больного после сегментэктомии. Статистической достоверности различий между группами по данному осложнению не получено ( $p=0,3$ ).

Анализ степени тяжести выявленных осложнений также не продемонстрировал значимых различий по любому отклонению от нормального течения послеоперационного периода без необходимости дополнительного лечения (5,1% против 2,6%), либо с лечением медикаментозными препаратами (29,5% против 24,4%) в группах лоб- и сегментэктомий. В тоже время статистически достоверные различия между группами определены по осложнениям, приведшим к дополнительным хирургическим вмешательствам. Так пяти пациентам после лобэктомии потребовалось дополнительное дренирование плевральной полости, в то время как в группе сегментэктомий такая необходимость возникла только в одном случае. Еще одному пациенту из группы лобэктомии установлена эпцистостома в связи с острой задержкой мочи. Это все случаи осложнений IIIA степени в анализируемых группах пациентов, большей степени тяжести осложнений не выявлено.

Таким образом, анализ тяжести послеоперационных осложнений продемонстрировал их равенство по I и II степени между группами, при значимом приобладании IIIA степени осложнений в группе лобэктомий ( $p=0,035$ ). Возможно, в том числе и по этой причине получены статистически достоверные различия в длительности госпитализации больных, демонстрирующей преимущества после сегментэктомии ( $6,7\pm2,2$  против  $7,7\pm3,2$  суток в группе лобэктомий) при относительно схожем различии длительности дренирования ( $5,8\pm5,6$  против  $6,6\pm5,6$  суток) без достоверного уровня  $p=0,4$ .

### **3.3 Ближайшие результаты торакоскопических лоб- и сегментэктомий у пациентов со сниженными респираторными резервами**

Для определения обоснованности выбора в пользу сегментэктомии у пациентов со сниженными респираторными резервами осуществлен поданализ результатов лечения больных с  $\text{ппОФВ}_1$  менее 40%. Таких пациентов выявлено по 6 человек в группах лоб- и сегментэктомий. Результаты представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Распределение ближайших результатов торакоскопических лоб- и сегментэктомий у больных с низкими функциональными резервами дыхательной системы ( $n=12$ )

Параметр	Всего	Группы исследования				p	
		лобэктомии		сегментэктомии			
		n	n	%	n		
Число пациентов	12	6	50	6	50		
Длительность госпитализации, сут.	–	$8,8\pm4,5$	–	$9,2\pm2,6$	–	0,879	
Длительность дренирования, сут.	–	$7,5\pm5,8$	–	$11\pm4,3$	–	0,267	
Длительность операции, мин	–	$164\pm49$	–	$142\pm16$	–	0,335	
Число N2 лимфоузлов	–	$12,6\pm6,1$	–	$11,9\pm5,3$	–	0,218	

## Продолжение таблицы 20

Параметр	Всего	Группы исследования				p	
		лобэктомии		сегментэктомии			
		n	n	%	n		
Число пациентов	12	6	50	6	50		
Число N1 лимфоузлов	—	7,5±2,5	—	6,4±2,6	—	0,317	
Объем кровопотери, мл	—	80±40	—	70±40	—	0,777	
Интраоперационное кровотечение	—	—	—	—	—	—	
Осложненный п/о период	7	3	50	4	66,7	0,558	
Степень и вариант осложнения	II	7	3	50	4	66,7	
	продленный сброс воздуха	6	2	33,3	4	66,7	
	фибрилляция предсердний	1	1	16,6	0	0	
	пневмония	1	0	0	1	16,6	

В таблице 20 продемонстрировано отсутствие статистически значимых различий между группами лоб- и сегментэктомий как с точки зрения интра-, так и послеоперационных результатов лечения пациентов. В то же время при сравнении с данными таблицы 19, среди подгруппы больных с низкими респираторными резервами не выявлено осложнений более II степени тяжести. При этом отмечено двукратное увеличение продленного сброса воздуха по дренажу после сегментэктомий. Однако, малое число анализируемых больных не позволило определить статистическую значимость различий.

## Глава 4

# **БЛИЖАЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТОРАКОСКОПИЧЕСКИХ СЕГМЕНТЕКТОМИЙ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ**

В анализируемой группе больных, перенесших сегментэктомию, длительность операции составляла от 60 до 315 минут со средним значением  $151 \pm 49$  минут. Наиболее частым вариантом являлась продолжительность – 120 минут.

Объем кровопотери варьировал от 20 до 900 мл. Среднее его значение соответствовало  $105 \pm 80$  мл. Интраоперационное кровотечение развилось у 3 пациентов. Объем кровопотери составил 200, 350 и 900 мл. Во всех случаях окончательный гемостаз достигнут из торакоскопического доступа.

Всем пациентам со злокачественным характером заболевания легкого выполнялась внутридолевая и медиастинальная лимфаденэктомия. При раке легкого в среднем удалялось  $10,2 \pm 3,8$  лимфатических узлов средостения и  $5,2 \pm 2,6$  лимфатических узлов уровня N1. Максимальный объем медиастинальной и внутридолевой лимфодиссекции составил 22 и 11 лимфатических узлов соответственно.

Средняя продолжительность дренирования плевральной полости после операции составила  $5,8 \pm 5,6$  дней. У подавляющего большинства – 56 больных (71,8%), плевральный дренаж удален в течение первых 5 дней после операции. Максимально дренирование плевральной полости после сегментэктомии осуществлялось в течение 28 дней. Наличие продленного сброса воздуха по дренажу не являлось противопоказанием к выписке пациента на амбулаторный этап лечения.

Длительность госпитального пребывания больных составляла от 3 до 14 дней со средним значением  $6,7 \pm 2,2$  суток. При этом в 48 случаях (61,5%) пациенты были выписаны в течение первой недели госпитализации (рисунок 20).

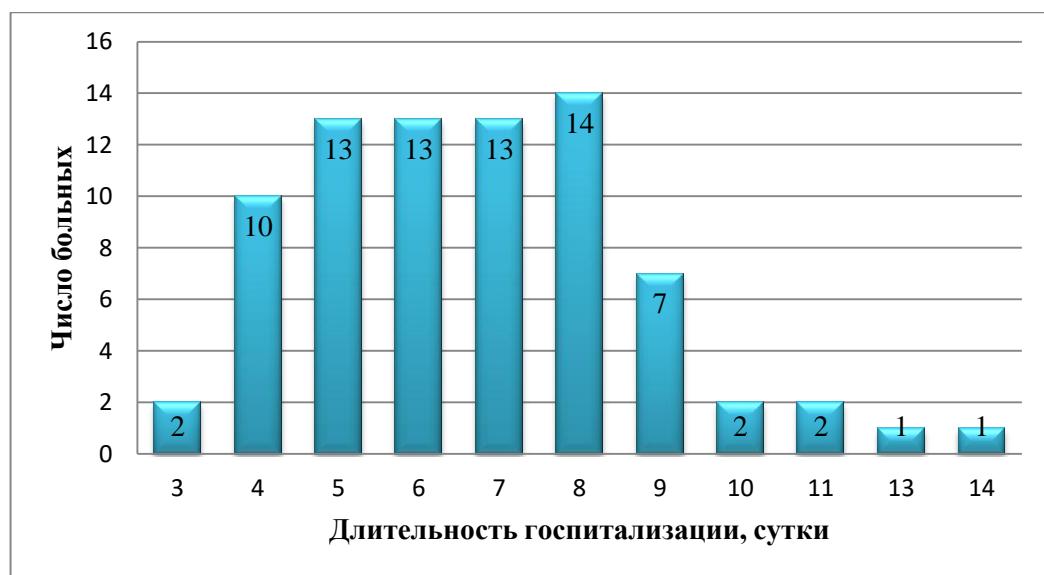


Рисунок 20 – Распределение пациентов по длительности госпитализации (n=78)

В анализируемой группе у 22 пациентов (29,5%) выявлено 28 послеоперационных осложнений. Ни одно из осложнений не привело к летальному исходу. В 18 случаях осложнение являлось единственным. У оставшихся 5 больных наблюдалось 2 осложнения. Распределение больных по варианту послеоперационного осложнения и их сочетаниям представлено в таблице 21.

Таблица 21 – Распределение пациентов по комбинациям вариантов послеоперационных осложнений (n=22)

Осложнение № 1	Осложнение № 2					Всего
	нет	эмфизема мягких тканей	хилоторакс	пневмония	полиурия	
продленный сброс воздуха	14	2	1	1	0	18
пневмония	1	0	0	0	0	1
пароксизм фп	2	0	0	0	1	3
гиповентиляция	1	0	0	0	0	1
Всего	18	2	1	1	1	22

Данная таблица демонстрирует, что основным послеоперационным осложнением являлся продленный сброс воздуха, который выявлен у 18 пациентов – 78,3% от всех осложненных случаев и в 23,1% от всей группы сегментэктомий. У двух пациентов сброс воздуха сочетался с распространенной подкожной эмфиземой. Одному из них потребовалось повторное дренирование плевральной полости.

Реже послеоперационный период осложнялся впервые выявленным пароксизмом фибрилляции предсердий – у 3 пациентов. Во всех случаях синусовый ритм восстановлен медикаментозно. У одной пациентки вместе с пароксизмом фибрилляции предсердий зафиксирован эпизод полиурии объемом до 7 л в сутки. Пациентка консультирована урологом, нефрологом – причина не установлена. Симптомы самостоятельно купировались в течение 3 дней.

У двух пациентов в послеоперационном периоде выявлены клинико-рентгенологические признаки пневмонии, развившейся в одном случае в оперируемой доле, в другом билатерально. Это не привело к дыхательной недостаточности у больных и не требовало инвазивной вентиляции легкого. Комплексное медикаментозное лечение пневмонии позволило добиться полного клинического выздоровления.

У одного больного течение раннего послеоперационного периода осложнилось гиповентиляцией оперируемой доли легкого без признаков пневмонии. Использование СРАР-терапии позволило полностью устраниТЬ гиповентиляции.

Хилорея по плевральному дренажу осложнила послеоперационное течение еще одного больного. Хирургического устранения не потребовалось. Соблюдение диеты с ограничением жиров и назначение октреатида позволило изменить характер и объем отделяемой жидкости в течение 5 дней. Плевральный дренаж удален на 15 сутки в связи с продленным сбросом воздуха.

При наличии нескольких осложнений учитывалась степень наиболее тяжелого. Распределение осложнений по максимальной их степени среди анализируемых больных представлено в таблице 22.

Таблица 22 – Распределение пациентов перенесших сегментэктомию по степени осложнения послеоперационного периода (n=22)

Степень осложнения	Число больных	Доля больных, %
I	2	9,1%
II	19	86,4%
IIIА	1	4,5%
Всего	22	100%

Таблица 22 демонстрирует, что в группе сегментэктомий лишь у одного пациента выявлено осложнение, потребовавшее инвазивного вмешательства. Подавляющее большинство малых осложнений соответствовало II степени, что свидетельствует о необходимости назначения дополнительных лекарственных препаратов. Лишь у 2 пациентов выявленное осложнение не изменило тактику послеоперационного лечения.

#### **4.1 Сравнение ближайших результатов «простых» и «сложных» сегментэктомий**

При сравнении ближайших результатов «простых» и «сложных» сегментэктомий использована общепринятая классификация Handa Y. et al, 2020. «Простые» сегментэктомии, представленные S6 с двух сторон S1-3, S4-5 слева, насчитывали 33 операции (37,9%). В оставшихся 54 случаях (52,1%) выполнены «сложные» сегментэктомии, в ходе которых пересекались межсегментарные границы в двух или более плоскостях.

Результаты анализа ближайших результатов представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Распределение ближайших результатов «простых» и «сложных» сегментэктомий (n=87)

Параметр	Всего	Сегментэктомия				p	
		«Простая»		«Сложная»			
		n	n	%	n		
Число пациентов	87	33	100		54	100	
Длительность госпитализации, сут	–	6,6±1,6	–	6,7±2,3	–	0,745	
Длительность дренирования, сут	–	5,7±5,9	–	5,5±5,0	–	0,842	
Увеличение объема на дополнительную часть или целый сегмент	17	7	21,2	10	18,5	0,759	
Увеличение объема операции до лобэктомии	9	3	9,1	6	11,1	0,764	
Длительность операции, мин	–	136,0 ± 48,1	–	161,6 ± 46,4	–	0,020	
Число медиастинальных л/у, ср	–	9,8±4,2	–	10,3±5,1	–	0,602	
Число бронхопульмональных л/у, ср	–	3,9±2,7	–	6,2±2,4	–	0,325	
Объем кровопотери, мл	–	87±149	–	82±66	–	0,823	
Интраоперационное кровотечение	4	1	3,0	3	5,6	0,585	
Осложненный п/о период	22	7	21,2	15	27,8	0,494	
Осложнения по Clavien-Dindo	I	2	1	3,0	1	1,9	0,218
	II	19	6	18,2	13	17,4	0,423
	IIIА	1	0	0	1	1,9	0,540
Вариант осложнения	продленный сброс воздуха	17	6	18,2	11	20,4	0,717

Осложненный послеоперационный период встретился у 7 пациентов после «простых» сегментэктомий (21,2%) против 15 (27,8%) после «сложных». Статистически достоверные различия не получены ( $p=0,423$ ). Аналогичный результат наблюдался и в сравнении частных вариантов осложнений. Продленный сброс воздуха выявлен в равном соотношении между группами. Достоверные различия отмечены лишь в отношении средней длительности операции: для «простой» сегментэктомии – 136±48 минут, а для «сложной» – 161±46 минут ( $p=0,020$ ).

## 4.2 Влияние нетипичной анатомии сегментов на интраоперационные осложнения и увеличение объема удаляемой паренхимы

В исследуемой группе пациентов проанализирована сосудистая анатомия оперируемой доли легкого, определенная по данным предоперационной 3D реконструкции КТ и интраоперационной ревизии. При выявлении вариантов строения сосудов, встречающихся реже 25% случаев, анатомию считали нетипичной. В качестве эталонной использовали анатомическую характеристику H. Nomory et al. (2011). Для определения влияния анатомии на интра- и послеоперационные результаты все пациенты, перенесшие сегментэктомию, разделены на 2 группы – с типичной и нетипичной анатомией сосудов.

Из 268 операций в 68 случаях (25,4%) выявлена нетипичная архитектоника легочных артерий и вен. Распределение пациентов по вариантам нетипичной анатомии артерий с указанием общей встречаемости (Nomory H. et al., 2011) представлено в таблице 24.

Таблица 24 – Распределение пациентов по вариантам нетипичной анатомии сегментарных ветвей легочной артерии

Вариант анатомии	Лоб.	Сегмент.	Встречаемость %	Встречаемость в % по H.Nomory
A2a и A2b – восходящие	9	2	(12,2%)	12%
Две A6	7	2	(9,8%)	20%
A3a от междолевой артерии	2	6	(11,9%)	10%
A3b от промежуточного ствола	4	0	(4,4%)	18%
Раннее деление A1-3 слева	2	1	(4,5%)	34%
A2 от A6	1	2	(1,9%)	нет
A5 от A8	2	0	(3,0%)	12%
Медиастинальный тип A4-5	1	0	(1,5%)	18%
Три артерии A4-5	1	0	(1,5%)	12%
Всего	29 (15,3%)	13 (16,6%)	(15,7%)	

Из таблицы видно, что нетипичные варианты артериальной анатомии оперируемой доли чаще всего представлены удвоениями А6 и А2, в комбинации с отсутствием нисходящей артерии второго сегмента для верхней доли. Вместе с тем не реже в совокупности выявлена особенность артериального кровоснабжения третьего сегмента слева и справа: у восьми пациентов из междолевой артерии и четырех больных из промежуточного ствола легочной артерии соответственно. Все оставшиеся варианты представлены нетипичным отхождением А4-5, А2 и А6.

Распределение пациентов по вариантам нетипичной анатомии вен с указанием ее встречаемости (Nomory H. et al., 2011) представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Распределение пациентов по вариантам нетипичной анатомии сегментарных легочных вен

Вариант анатомии	Лоб.	Сегмент.	Встречаемость % в исследуемой группе	Встречаемость в % по H.Nomory
V6 впадает в верхнюю легочную вену	4	3	(7,6%)	нет
V4-5 отдельным стволовом/впадает в нижнюю и верхнюю легочные вены	6	0	(7,0%)	нет
V1-3 с делением глубоко в паренхиме	1	1	(3,0%)	2%
V4 от V3 глубоко в паренхиме	0	2	(3,0%)	нет
V2 в нижнюю легочную вену	0	1	(1,5%)	нет
Трифуркация нижней легочной вены	0	1	(2,2%)	12%
Всего	11 (5,8%)	8 (10,2%)	(7,1%)	
Примечание – Лоб. – группа лобэктомий; Сегмент. – группа сегментэктомий.				

Как продемонстрировано в таблице 25, нетипичные варианты венозной анатомии выявлены у 19 пациентов (7,1%). При этом большая их часть

представлена впадением сегментарной вены в вену смежной доли. Реже выявлено впадение сегментарной вены в вену соседнего сегмента глубоко в паренхиме легкого. Вместе с этим, следует отметить, что практически все выявленные особенности венозной анатомии не опубликованы в атласе сегментарной анатомии (Nomoto H. et al., 2011).

При оценке влияния вариантов анатомии на вероятность увеличения объема операции до лобэктомии, в группу сегментэтомий добавлены данные 9 таких пациентов. Распределение интра- и послеоперационных результатов в зависимости от сосудистой анатомии оперируемой доли представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Распределение интра- и послеоперационных результатов в зависимости от сосудистой анатомии оперируемой доли

Параметр	Всего	Сегментарная анатомия сосудов				p	
		Типичная		Нетипичная			
		n	n	%	n		
Число пациентов	87	62	100	25	100		
Увеличение объема на дополнительную часть или целый сегмент	17	7	11,3	10	40,0	<b>0,002</b>	
Увеличение объема операции до лобэктомии	9	6	9,7	3	12,0	0,748	
Длительность операции, мин	–	145±49	–	139±42	–	0,142	
Число N2 лимфоузлов	–	10,2±4,8	–	10,5±5,2	–	0,714	
Число N1 лимфоузлов	–	4,3±2,6	–	6,2±2,2	–	0,096	
Объем кровопотери, мл	–	<b>66±49</b>	–	<b>121±164</b>	–	<b>0,045</b>	
Интраоперационное кровотечение	4	1	1,6	3	12,0	<b>0,036</b>	
Осложненный п/о период	22	17	27,4	5	20,0	0,471	

Из таблицы 26 видно, что длительность операции в анализируемых группах сравнения не различалась, составив 145 минут для пациентов с типичной анатомией и 139 минут с нетипичной. Не выявлено различий и по среднему числу удаляемых медиастинальных лимфатических узлов при злокачественной опухоли

легкого. Вместе с тем объем внутридолевой лимфодиссекции при нетипичной анатомии был выше в среднем на 2 лимфатических узла, однако, без статистически достоверных различий. В обеих группах со схожей частотой встречались увеличение объема операции до лобэктомии и осложненный послеоперационный период.

В то же время, интраоперационные кровотечения выявлены статистически достоверно чаще (12%) у пациентов с нетипичной сосудистой анатомией, в сравнении с группой типичной анатомии (1,6%). Также получены статистически достоверные различия по среднему объему кровопотери: 121 мл при нетипичной анатомии против 66 мл при типичной.

Кроме того, в группе пациентов с нетипичной сосудистой анатомией в 40% случаев объем сегментэктомии увеличен до части или целого соседнего сегмента. В то время как у пациентов с типичной анатомией увеличение объема операции выявлено лишь у 11,3% больных.

Учитывая полученные результаты, следует полагать, что наличие сосудистых особенностей не влияет на объем внутридолевой и медиастинальной лимфатической диссекции, равно как на длительность операции и частоту послеоперационных осложнений. При этом увеличивает вдвое объем кровопотери за счет увеличения частоты интраоперационных кровотечений. Нетипичная сосудистая анатомия повышает риск увеличения объема резекции легочной паренхимы, но не увеличивает риск увеличения объема операции до лобэктомии.

В таблице 27 представлены основные причины увеличения объема операции до лобэктомии.

Самой частой причиной увеличения объема операции до лобэктомии являлось отсутствие новообразования в удаленном сегменте легкого. Во всех трех случаях новообразование небольшого размера располагалось в глубине паренхимы ближе к границе между сегментами, чем центру удаляемого сегмента. В результате двум больным выполнена заключительная верхняя лобэктомия справа, а одному нижняя лобэктомия слева. Сосудистая анатомия всех трех пациентов являлась типичной.

Таблица 27 – Распределение пациентов по причине увеличения объема операции до лобэктомии (n=9)

Причина лобэктомии	Всего пациентов	С нетипичной анатомией
Не удалось обнаружить новообразование в препарате	3	0
Периваскулярный фиброз	2	1
Повреждение артерии A1	1	1
Ошибочный клинический диагноз (по срочной гистологии рак легкого диаметром 3 см)	1	0
Опухоль на границе S6, S9 и S10 слева	1	1
Метастаз лимфатического узла уровня N1	1	0
Всего	9	3

Второй по частоте причиной увеличения объема операции до лобэктомии в нашем исследовании стал периваскулярный фиброз, сделавший невозможным безопасное выделение сегментарной артерии. У двух пациентов по этой причине выполнена нижняя лобэктомия. В одном случае фиброз сочетался с нетипичной сосудистой анатомией.

У одного пациента увеличение объема операции до верхней лобэктомии справа произошло в связи с повреждением A1, кровотечение из которой удалось остановить торакоскопически после обработки переднего ствола легочной артерии. Еще одному пациенту выполнена нижняя лобэктомия слева в связи с интраоперационным обнаружением новообразования на границе 6-го, 9-го и 10-го сегментов. У обоих пациентов выявлена нетипичная анатомия, в первом случае в виде двух восходящих артерий второго сегмента, во втором двух A6.

Две оставшихся сегментэктомии увеличены до лобэктомии в связи выявленным интраоперационно первичным раком легкого большого диаметра и метастатически пораженным N1 лимфатическим узлом.

### **4.3 Определение межсегментарных границ легкого.**

#### **Сравнение вентиляционных и перфузионных методов определения межсегментарных границ**

Определение межсегментарных границ выполнялось при помощи вентиляционных и перфузионных тестов. Основные характеристики двух методов определения границ представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Основные характеристики вентиляционного и перфузионного методов определения межсегментарных границ (n=78)

Параметр	Метод определения межсегментарных границ		p
	вентиляционный	перфузионный	
Число пациентов	78	78	
Среднее время ожидания до появления видимой границы, мин	<b>17,5±6,5</b>	<b>0,25±0,05</b>	<b>&lt;0,001</b>
Различия методов не повлияли на позиционирование сшивающих аппаратов	68 (87,2%)	68 (87,2%)	1,0
Безуспешность теста	6 (7,7%)	4 (5,1%)	0,373

Как видно из таблицы 28 введение в системный кровоток индоцианина зеленого сопровождалось появлением флюоресценции в среднем через  $15\pm3$  секунды. В то время как среднее время появления видимой границы раздутой и коллабированной части оперируемой доли составило  $17,5\pm6,5$  минут ( $p<0,001$ ).

Эффективность перфузионного теста с ICG составила 94,9%, вентиляционного – 92,3%. У 68 больных (87,2%) границы сегментов по результатам перфузионного и вентиляционного тестов не совпадали (рисунок 21), однако это не повлияло на линию разделения паренхимы сшивающими аппаратами.



Белая линия – вентиляционный метод; черная линия – перфузационный метод.

Рисунок 21 – Интраоперационная фотография различий методов определения межсегментарных границ

Неинформативным перфузационный тест оказался у четырех больных, у которых введение индоцианина зеленого привело к субтотальной флюоресценции удаляемого сегмента. В трех случаях причиной явилась нетипичная анатомия субсегментарных легочных артерий, а у одного больного введение ICG произведено до полной сосудистой изоляции сегмента (не пересечена нисходящая артерия второго сегмента).

У трех из шести пациентов проведение вентиляционного теста привело к субтотальному раздуванию оперируемой доли. Еще у трех пациентов после дефляции оперируемая доля не коллабировалась, поэтому границу удаляемого сегмента определить не удалось. Все шестеро больных имели эмфизематозную трансформацию оперируемой паренхимы.

Таким образом, применение индоцианина зеленого в ходе торакоскопической сегментэктомии для определения проекции межсегментарных границ на поверхность легкого позволяет сократить время операции, в сравнении с вентиляционными тестами, при этом не уступая им по точности и безопасности. Особенно это проявляется у больных с эмфиземой легких на фоне ХОБЛ, для которых достоверность результатов вентиляционных тестов существенно снижается наличием широких пор Кона.

## Глава 5

### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТОРАКОСКОПИЧЕСКИХ АНАТОМИЧЕСКИХ РЕЗЕКЦИЙ ЛЕГКОГО

Всем пациентам, получившим хирургическое лечение в период с января 2015 г. по декабрь 2018 г., предложено принять участие в оценке восстановления дыхательных резервов после анатомических резекций легкого. С этой целью больные выполняли исследование функции внешнего дыхания через 1, 3 и 6 месяцев. Общее количество согласившихся на исследование участников составило 144 человека. Среди них сегментэктомия выполнена у 73 больных, а лобэктомия – у 71.

Основными оцениваемыми параметрами являлись: жизненная емкость легких (ЖЕЛ), форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ<sub>1</sub>) и индекс Тиффно (ИТ).

Распределение основных параметров на дооперационном этапе и в каждой контрольной точке обследования представлены в таблице 29.

Таблица 29 – Средние результаты параметров ФВД до операции и через 1 месяц, 3 месяца и 6 месяцев после (n=144)

Параметр исследования ФВД	Время выполнения исследования ФВД			
	до операции	1 месяц после операции	3 месяца после операции	6 месяцев после операции
	ср.	ср.	ср.	ср.
ЖЕЛ, л	3,62±1,05	2,83±0,95*	3,01±0,96*	3,15±0,97*
ФЖЕЛ, л	3,24±1,02	2,64±0,92*	2,74±0,93*	2,88±0,92*
ОФВ <sub>1</sub> , л	2,55±0,88	2,18±0,80*	2,29±0,83*	2,39±0,83
ИТ, %	78,23±14,28	76,53±14,57	77,75±13,04	77,99±13,51

Примечание – ср. – среднее значение± стандартное отклонение; \* – значение p<0,05 относительно предоперационных.

Таблица 29 демонстрирует статистически достоверное снижение средних значений всех параметров исследования функции внешнего дыхания, за исключением индекса Тиффно. При этом выявлено их постепенное восстановление во времени. Возвращение к предоперационному уровню зафиксировано для ОФВ<sub>1</sub> к 6 месяцам. В то время как ЖЕЛ и ФЖЕЛ сохранили значимое снижение относительно предоперационного на всем протяжении наблюдения с максимальной разницей объема к шестому месяцу – около 500 мл. Описанные результаты в процентах, относительно должного, наглядно продемонстрированы на рисунке 22.

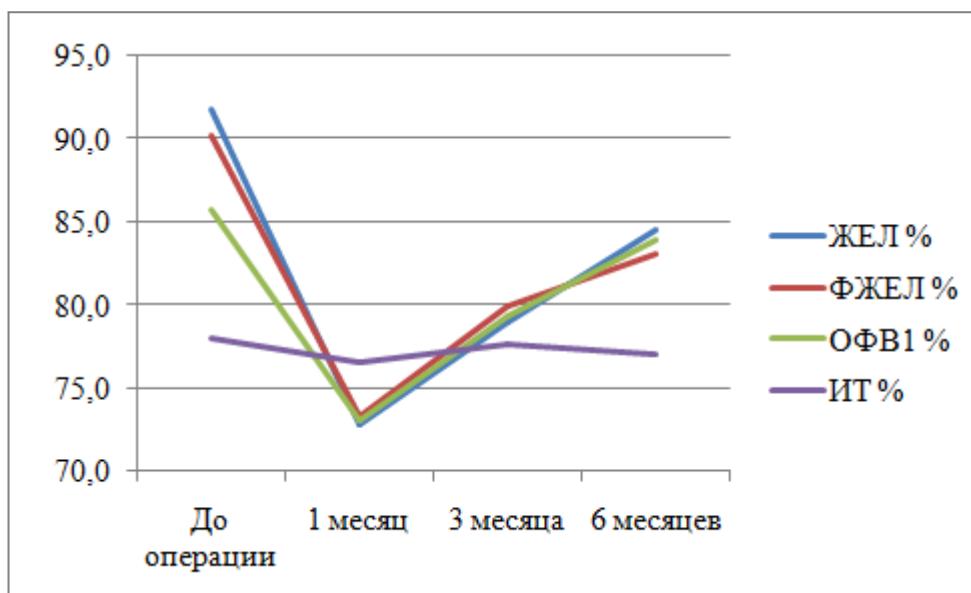


Рисунок 22 – Динамика показателей ФВД  
до операции и через 1, 3 и 6 месяцев после (n=144)

Разнородность обследованных пациентов по антропометрическим данным и исходному уровню показателей ФВД не позволяла сравнивать между собой различных пациентов по относительным значениям. Поэтому оценивались не сами показатели, а динамика их абсолютных значений относительно дооперационного уровня, выраженная в процентах. Эта величина обозначена как « $\Delta$ » для каждого конкретного параметра ФВД. Вычисление  $\Delta$  осуществлялось по формуле (Kim S.J. et al., 2015):

$$\Delta = (\mathbf{X0} - \mathbf{X1}) / \mathbf{X0} \times 100\% , \quad (1)$$

где  $X_0$  – результат параметра ФВД до операции в литрах;

$X_1$  – показатель ФВД через 1, 3 или 6 месяцев после операции в литрах.

Таким образом, этот показатель отражает долю потери (или снижения) объема конкретного показателя ФВД. Чем меньше  $\Delta$ , тем ближе к предоперационному уровню изучаемый параметр ФВД. Распределение пациентов по  $\Delta$  основных параметров ФВД в каждой контрольной точке после операции представлены в таблице 30.

Таблица 30 – Распределение пациентов по  $\Delta$  основных параметров ФВД через 1, 3 и 6 месяцев после операции ( $n=144$ )

Параметр исследования ФВД	Сроки после операции		
	1 месяц	3 месяца	6 месяцев
$\Delta$ ЖЕЛ, %	21,77±13,79	15,24±11,73	11,28±11,98*
$\Delta$ ФЖЕЛ, %	18,53±14,29	13,48±14,92	9,89±14,41*
$\Delta$ ОФВ <sub>1</sub> , %	14,79±10,20	9,51±8,30*	5,23±9,00*
$\Delta$ ИТ, %	2,17±0,41	0,62±0,10*	0,3±0,26*

Примечание – \* – значение  $p<0,05$  относительно 1 месяца после операции.

В таблице 30 продемонстрировано, что наибольшая потеря параметров ФВД наблюдалась через 1 месяц после операции и составила от 14,8% (ОФВ<sub>1</sub>) до 21,8% (ЖЕЛ) относительно предоперационного уровня. Значение ФЖЕЛ уменьшилось на 18,5% в данный период времени. При этом индекс Тиффно изменился всего на 2,2%.

Через 3 месяца после операции зафиксировано продолжение восстановления всех параметров исследования ФВД. Как и в таблице 29 статистическая достоверность различий относительно первой контрольной точки зафиксирована по ИТ, к этому моменту значение его  $\Delta$  составило 0,6%. При этом среднее значение  $\Delta$ ОФВ<sub>1</sub> имело статистически достоверные различия с предыдущей контрольной точкой, продемонстрировав снижение с 14,8% до 9,1%.

Оставшиеся ЖЕЛ и ФЖЕЛ к этому моменту сократили разницу с предоперационным уровнем, составив 15,2% и 13,5%. Однако статистически достоверных различий с их первой контрольной точкой не получено.

Максимальное приближение значений ФВД к предоперационному уровню выявлено через 6 месяцев после операции. Для всех параметров определена статистическая достоверность различий в сравнении с первой контрольной точкой. Доля функциональных потерь по показателю ОФВ<sub>1</sub> явила наименьшей – 5,2%. Снижение ЖЕЛ и ФЖЕЛ составило 11,3% и 9,9% соответственно. Индекс Тиффно к этому моменту соответствовал предоперационному с разницей в 0,3%.

Таким образом, продемонстрирована применимость оценки послеоперационной динамики ФВД по доле функциональных потерь, рассчитанной по предложенной формуле  $\Delta$ . Наиболее показательным оказались ОФВ<sub>1</sub> и ЖЕЛ.

Для расчета прогнозируемого послеоперационного объема легких использовалась формула, учитывающая число удаляемых сегментов (Brunelli A. et al., 2009). При этом для группового сравнения реальных показателей ФВД после операции с прогнозируемыми, в формуле расчета  $npo$  использовались абсолютные величины.

$$npoY1 = Y0 \times (19 - a) / 19 , \quad (2)$$

где Y0 – результат ФВД до операции в литрах;

Y1 – показатель ФВД после операции в литрах;

a – число удаляемых сегментов.

Именно эта величина подставлялась в формулу расчета  $\Delta$  и получалась  $\Delta_{npo}$ . Определение  $\Delta_{npo}$  для каждого исследуемого пациента позволило проанализировать динамику восстановления параметров функции внешнего дыхания в зависимости от ожидаемых показателей. Результаты представлены на рисунке 23.

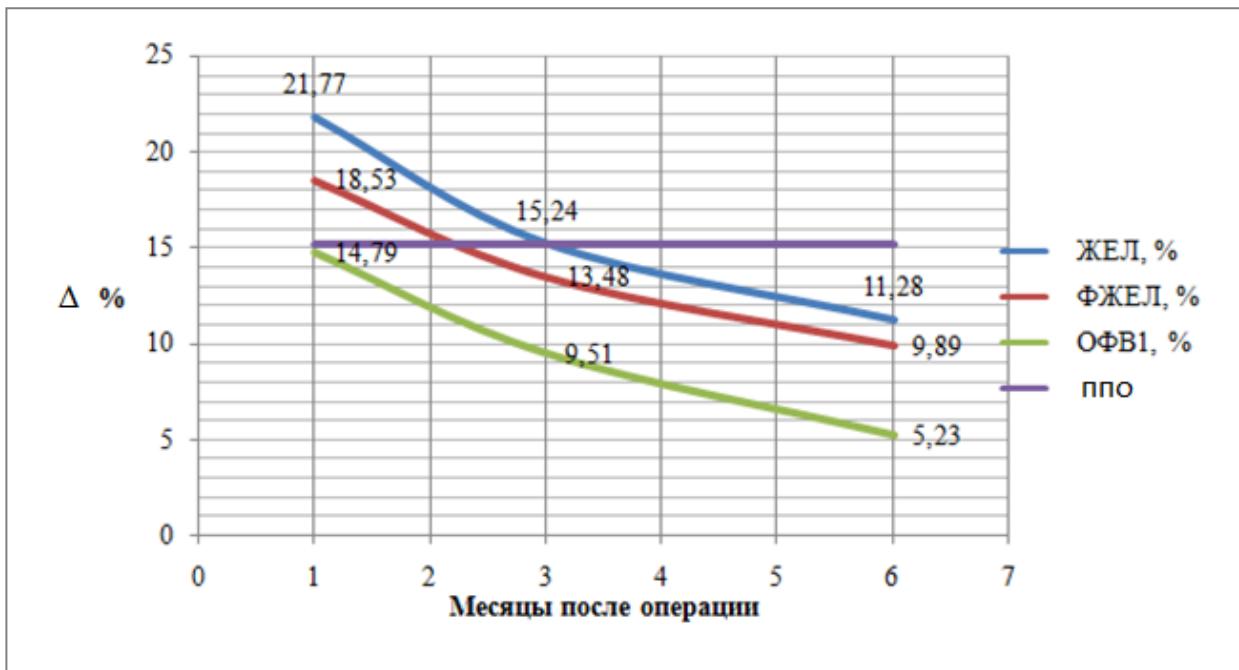


Рисунок 23 – Сравнение динамики восстановления показателей ФВД (n=144)

Как видно на рисунке 23 в послеоперационном периоде отмечается постепенное уменьшение доли потерь параметров ФВД. При этом широко применяемая формула прогноза послоперационных легочных объемов не одинаково работает в отношении различных параметров ФВД на различных сроках после операции. Для ОФВ<sub>1</sub> она показала хорошую достоверность через 1 месяц после операции, а для показателей ЖЕЛ – через 3 месяца.

## 5.1 Сравнение функциональных результатов торакоскопических сегмент- и лобэктомий

Распределение пациентов по  $\Delta$  параметров ФВД и  $\Delta_{\text{ппо}}$  в зависимости от объема операции представлено в таблице 31.

Таблица 31 – Сравнение пациентов по  $\Delta$  параметров ФВД и  $\Delta ppo$  между группами сегмент- и лобэктомий(n=73/71)

Параметр	Сроки после операции					
	1 месяц		3 месяца		6 месяцев	
	сегмент.	лоб.	сегмент.	лоб.	сегмент.	лоб.
$\Delta$ ЖЕЛ, %	<b>19,1±8,2*</b>	<b>24,5±17,4*</b>	<b>12,9±10,6*</b>	<b>17,9±12,5*</b>	9,4±10,3	13,2±13,4
$\Delta$ ОФВ <sub>1</sub> , %	<b>12,8±8,5*</b>	<b>16,8±11,5*</b>	<b>7,3±6,2*</b>	<b>11,9±9,7*</b>	<b>3,1±5,6*</b>	<b>7,4±11,2*</b>
$\Delta ppo$ , %	<b>9,8±5,3*</b>	<b>20,6±5,8*</b>	<b>9,8±5,3*</b>	<b>20,6±5,8*</b>	<b>9,8±5,3*</b>	<b>20,6±5,8*</b>

Примечание – сегмент. – группа сегментэктомий; лоб. – группа лобэктомий; n – число наблюдений; \* – значение  $p<0,05$  между группами сегмент- и лобэктомии.

Как показано в таблице 31 снижение ЖЕЛ после лобэктомий значимо превышало результаты после сегментэктомий через 1 и 3 месяца после операции, утратив достоверность различий через 6 месяцев. Вместе с тем сравнение  $\Delta$ ОФВ<sub>1</sub> в группах продемонстрировало преимущества сегментэктомий на каждом этапе контрольных исследований. При этом разница анализируемого параметра между сегмент- и лобэктомиями не превышала 5% в течение всего времени наблюдения, в то время как разница между  $\Delta ppo$  для лоб- и сегментэктомий составляла не менее 10%. Данное несоответствие, в частности в отношении ОФВ<sub>1</sub>, наглядно демонстрирует рисунок 24, где видно, что после сегмент- и лобэктомий динамика восстановления дыхательных объемов происходит практически параллельно.

Кроме того, как показано на рисунке 24, кривые реального ОФВ<sub>1</sub> после операции по-разному не совпадают с расчетным  $\Delta ppo$ . Так для лобэктомии  $\Delta ppo$  выше кривой  $\Delta$ ОФВ<sub>1</sub> на всем протяжении наблюдения, а значит при торакоскопической лобэктомии в исследовании прогноз функциональных потерь оказался завышенным. В то же время, среди пациентов, перенесших сегментэктомию,  $\Delta ppo$  ниже кривой  $\Delta$ ОФВ<sub>1</sub> через 1 месяц после операции с последующим перекрестом. Это свидетельствует о том, что через 1 месяц после сегментэктомий реальные потери ОФВ<sub>1</sub> превышают расчётные  $ppo$ , через

2 месяца они совпадают, а через 3 месяца и далее реальные функциональные потери при сегментэктомии меньше прогнозируемых.

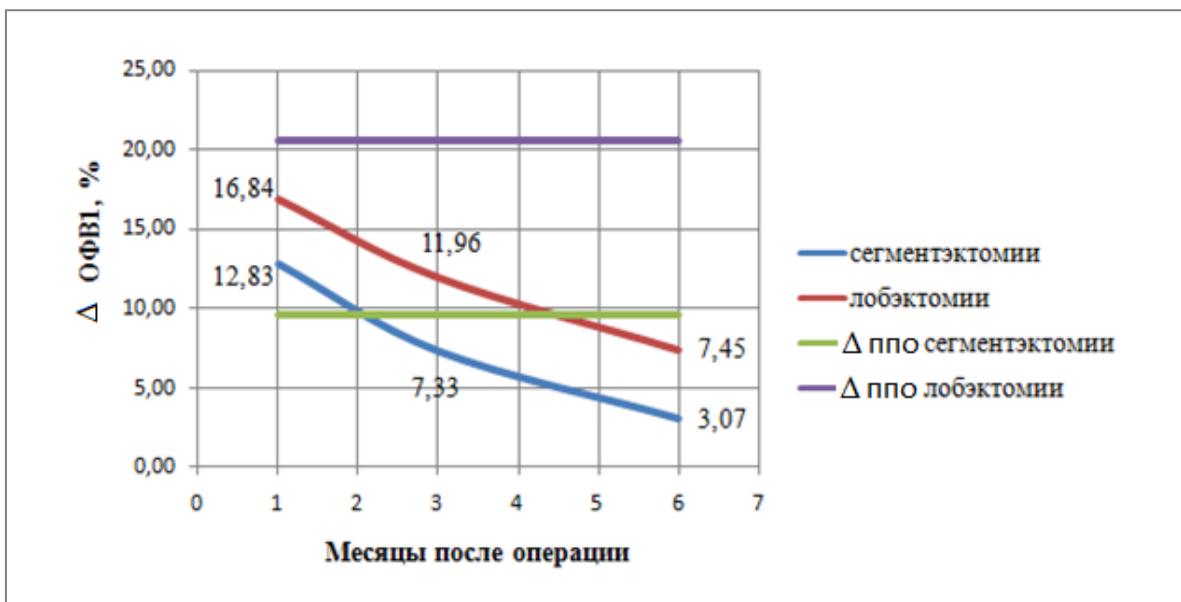


Рисунок 24 – Сравнение динамики восстановления ОФВ<sub>1</sub>

между группами лоб- и сегментэктомий (n=71/73)

Таким образом, первичный анализ функциональных результатов торакоскопических лоб- и сегментэктомий продемонстрировал статистически достоверные преимущества последних в сохранении ОФВ<sub>1</sub> в течение всех 6 месяцев после операции при относительно малой его разнице между группами и едином тренде восстановления. Соотношение полученных результатов с прогнозируемыми послеоперационными разнонаправлено в группах.

## 5.2 Влияния хронической обструктивной болезни легких на функциональные результаты торакоскопических лоб- и сегментэктомий

В анализируемых группах выявлено 28 пациентов с ХОБЛ. Десять из них в группе сегментэктомий и 18 в группе лобэктомий. Распределение по степени тяжести ХОБЛ представлено в таблице 32.

Таблица 32 – Распределение пациентов по стадии ХОБЛ в группах сегмент- и лобэктомий (n=10/18)

Степень тяжести ХОБЛ	Группа сегментэктомий (n=10)	Группа лобэктомий (n=18)
GOLD 1	4 (40%)	5 (27,8%)
GOLD 2	1(10%)	6 (33,3%)
GOLD 3	3 (30%)	6 (33,3%)
GOLD 4	2 (20%)	1 (5,6%)

Соотношение больных с легким и тяжелым ХОБЛ (GOLD 1-2 к GOLD 3-4) в группе лобэктомий составило 60% к 40%, а среди сегментэктомий такие больные разделились поровну ( $p=0,448$ ).

У 116 больных при исследовании ФВД не выявлено признаков обструктивной болезни легких. Сравнение функциональных результатов лоб- и сегментэктомий у этой группы больных представлены в таблице 33.

Таблица 33 – Сравнение динамики параметров ФВД у пациентов без ХОБЛ в группах сегмент- и лобэктомий (n=63/53)

Параметр	Сроки после операции					
	1 месяц		3 месяца		6 месяцев	
	сегмент.	лоб.	сегмент.	лоб.	сегмент.	лоб.
ΔЖЕЛ, %	<b>19,5±7,9*</b>	<b>26,5±18,4*</b>	<b>12,0±9,3*</b>	<b>18,3±12,8*</b>	<b>8,0±8,5*</b>	<b>14,5±13,9*</b>
ΔОФВ <sub>1</sub> , %	<b>13,4±6,4*</b>	<b>18,0±9,6*</b>	<b>7,4±5,6*</b>	<b>12,3±7,9*</b>	<b>2,9±5,5*</b>	<b>8,4±9,1*</b>
Δппo, %	10,1±5,6	20,1±6,1	10,1±5,6	20,1±6,1	10,1±5,6	20,1±6,1

Примечание – сегмент. – группа сегментэктомий; лоб. – группа лобэктомий; n – число наблюдений; \* – значение  $p<0,05$  между группами сегмент- и лобэктомии .

Статистический анализ полученных результатов отличается от ранее представленного в таблице 31 минимальным увеличением разницы между ΔОФВ<sub>1</sub> после лоб- и сегментэктомий. В остальном при сравнении продемонстрированы

статистически достоверные преимущества сегментэктомий в сохранении как ЖЕЛ, так и ОФВ<sub>1</sub> на всех этапах контрольной оценки ФВД, при той же разнице ппо между группами, составляющей в среднем 10%.

Сравнение показателей ФВД после лоб- и сегментэктомий у пациентов с ХОБЛ представлено в таблице 34.

Таблица 34 – Сравнение динамики параметров ФВД у больных ХОБЛ в группах сегмент- и лобэктомий (n=10/18)

Параметр	Сроки после операции					
	1 месяц		3 месяца		6 месяцев	
	сегмент.	лоб.	сегмент.	лоб.	сегмент.	лоб.
ΔЖЕЛ, %	17,4±9,2	19,9±10,8	17,1±15,1	14,7±10,2	17,2±15,8	10,2±10,1
ΔОФВ <sub>1</sub> , %	8,3±9,2	10,7±10,0	7,2±8,3	9,2±10,1	2,9±5,7	2,4±2,2
Δппо, %	7,8±2,7*	21,3±5,5*	7,8±2,7*	21,3±5,5*	7,8±2,7*	21,3±5,5*

Примечание – сегмент. – группа сегментэктомий; лоб. – группа лобэктомий; n – число наблюдений; \* – значение p<0,05 между группами сегмент- и лобэктомии.

Анализ полученных результатов показал, что среди пациентов с бронхиальной обструкцией снижение показателей ЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub> не имеют статистически достоверных различий между группами. Потеря ЖЕЛ после лобэктомии постепенно уменьшается, в то время как после сегментэктомии не изменяется по истечении первого месяца после операции. Также обращает на себя внимание, что выполнение сегментэктомии пациентам с ХОБЛ приводит к снижению ОФВ<sub>1</sub>, совпадающему с ппо в течение первых 3 месяцев наблюдения, а к шестому месяцу практически восстанавливается, всего на 2,9% отличаясь от предоперационного. При лобэктомии реальные потери ОФВ<sub>1</sub> минимум в два раза меньше прогнозируемых и продолжают снижаться, достигая 2,4% через 6 месяцев, что практически в 9 раз меньше ожидаемой ΔппоОФВ<sub>1</sub> (21,3%).

Таким образом, сравнение показателей ФВД среди пациентов с разной степенью тяжести ХОБЛ в анализируемых подгруппах больных

продемонстрировало, что торакоскопическая сегментэктомия у пациентов без бронхиальной обструкции сопровождается меньшими функциональными потерями в сравнении с лобэктомиями, в то время как у больных ХОБЛ таких различий не отмечено.

### **5.3 Влияние числа удаляемых сегментов и оперируемой доли на функциональные результаты торакоскопических лоб- и сегментэктомий**

Чтобы устранить возможные различия по объему удаляемой паренхимы в подгруппах проведен анализ функциональных результатов при соизмеримых по объему лоб- и сегментэктомиях.

Сравнение  $\Delta\text{OVB}_1$  после верхней трисегментэктомии слева (удаление S1-3) и верхней лобэктомии справа представлено в таблице 35.

Таблица 35 – Сравнение  $\Delta\text{OVB}_1$  и  $\Delta pno$  после трисегментэктомии и верхней лобэктомии справа ( $n=14/26$ )

Параметр	Сроки после операции					
	1 месяц		3 месяца		6 месяцев	
	ТС	ПВД	ТС	ПВД	ТС	ПВД
$\Delta\text{OVB}_1$ , %	17,8±4,9	16,8±7,8	9,7±6,2	10,7±9,3	5,5±5,3	6,8±7,1
$\Delta pno$ , %	15,8±7,2	15,8±7,4	15,8±7,2	15,8±7,4	15,8±7,2	15,8±7,4

Примечание – ТС – трисегментэктомия; ПВД – правая верхняя доля.

Как видно из таблицы 35 статистически достоверных различий между сравниваемыми подгруппами не выявлено. При этом полученные  $\Delta\text{OVB}_1$  максимально соответствуют ожидаемым послеоперационным через 1 месяц после операции.

Аналогичный результат получен и при сравнении бисегментэктомий со средней лобэктомией справа (таблица 36).

Таблица 36 – Сравнение  $\Delta\text{OVB}_1$  и  $\Delta ppo$  после бисегментэктомии и средней лобэктомии справа (n=24/6)

Параметр	Сроки после операции					
	1 месяц		3 месяца		6 месяцев	
	БС	СЛ	БС	СЛ	БС	СЛ
$\Delta\text{OVB}_1, \%$	14,4±6,9	12,9±8,2	10,1±6,1	9,8±6,4	5,6±5,5	4,0±2,2
$\Delta ppo, \%$	10,2±5,4	10,2±5,3	10,2±5,4	10,2±5,3	10,2±5,4	10,2±5,3

Примечание – БС – бисегментэктомия; СЛ – средняя лобэктомия; n – число наблюдений.

Сравнение также выполнялось и для неодинаковых по объему удаляемой паренхимы операций. Анализ  $\Delta\text{OVB}_1$  и  $\Delta ppo$  после трисегментэктомий и лобэктомий большего по числу удаленных сегментов (верхняя доля слева и нижние доли с обеих сторон) представлено в таблице 37.

Таблица 37 – Сравнение  $\Delta\text{OVB}_1$  и  $\Delta ppo$  после трисегментэктомии и лобэктомии большего объема (n=14/38)

Параметр	Сроки после операции					
	1 месяц		3 месяца		6 месяцев	
	ТС	Л	ТС	Л	ТС	Л
$\Delta\text{OVB}_1, \%$	17,8±4,9	18,2±12,6	9,7±6,2*	14,6±7,8*	5,5±5,3*	9,7±10,7*
$\Delta ppo, \%$	15,8±7,2	25,2±3,0	15,8±7,2	25,1±3,4	15,8±7,2	25,6±3,3

Примечание – ТС – трисегментэктомия; Л – верхняя доля слева, нижние лобэктомии; n – число наблюдений; \* – p<0,05 в группах сравнения.

Данная таблица демонстрирует, что статистические достоверные преимущества между анализируемыми группами получены через 3 и 6 месяцев после трисегментэктомии в сравнении с лобэктомиями большего объема. В тоже время, через месяц после операции потери ОФВ<sub>1</sub> в группе лоб- и трисегментэктомий практически равны.

Сравнение бисегментэктомий с лобэктомиями большего объема (все лобэктомии кроме средней доли справа) также выявило преимущества в сохранении функциональных резервов легких в группе сегментарных резекций. Однако статистически достоверные различия получены через 1 и 3 месяца после операции (таблица 38).

Таблица 38 – Сравнение  $\Delta\text{OVB}_1$  и  $\Delta pno$  после бисегментэктомии и лобэктомии большого объема ( $n=24/65$ )

Параметр	Сроки после операции					
	1 месяц		3 месяца		6 месяцев	
	БС	Л	БС	Л	БС	Л
$\Delta\text{OVB}_1, \%$	14,4±6,9*	17,7±10,8*	10,1±6,1*	13,1±8,6*	5,6±5,5	7,6±11,4
$\Delta pno, \%$	10,5±0,1	21,5±5,2	10,5±0	21,5±5,2	10,5±0,1	21,5±5,2

Примечание – БС – бисегментэктомия; Л – лобэктомии с исключением средней доли;  $n$  – число наблюдений, \* – значение  $p<0,05$  между группами сегмен- и лобэктомии.

Добавление в группу бисегментэктомий пациентов, перенесших удаление одного сегмента легкого, продемонстрировало статистически значимое уменьшение потерь ОФВ<sub>1</sub> и через 6 месяцев после сегментэктомии (таблица 39).

Таблица 39 – Сравнение  $\Delta\text{OVB}_1$  и  $\Delta pno$  после удаления 2-х и менее сегментов и после лобэктомии (без учета средней доли) ( $n=57/65$ )

Параметр	Сроки после операции					
	1 месяц		3 месяца		6 месяцев	
	С	Л	С	Л	С	Л
$\Delta\text{OVB}_1, \%$	11,4±9,7*	17,7±10,8*	6,7±7,3*	13,1±8,6*	2,9±5,2*	7,6±11,4*
$\Delta pno, \%$	7,8±2,7*	21,5±5,2	7,8±2,7*	21,5±5,2	7,8±2,7*	21,5±5,2

Примечание – С – удаление 2 и менее сегментов; Л – лобэктомии с исключением средней доли;  $n$  – число наблюдений, \* – значение  $p<0,05$  между группами сегмен- и лобэктомии.

Максимальные различия в потерях ОФВ<sub>1</sub> выявлены при сравнении и лобэктомии любого объема с моносегментэктомией (таблица 40).

Таблица 40 – Сравнение  $\Delta\text{OФB}_1$  и  $\Delta pno$  после моносегментэктомии и лобэктомии (n=33/71)

Параметр	Сроки после операции					
	1 месяц		3 месяца		6 месяцев	
	С	Л	С	Л	С	Л
$\Delta\text{OФB}_1$ , %	9,9±9,7*	16,8±11,5*	4,6±5,1*	11,9±9,7*	1,2±4,7*	7,4±11,2*
$\Delta pno$ , %	5,3±0*	20,6±5,8*	5,3±0*	20,6±5,8*	5,3±0*	20,6±5,8*

Примечание – С – моносегментэктомия; Л – лобэктомии; n – число наблюдений, \* – значение  $p<0,05$  между группами сегмен- и лобэктомии.

Так при удалении одного сегмента потеря ОФВ<sub>1</sub> через месяц после операции составляет в среднем 9,9%, а после лобэктомии – 16,8%. Разница между этими показателями составляет 6,9%, оставаясь сопоставимой через 3 и 6 месяцев после операции – 7,3% и 6,2% соответственно. При этом необходимо обратить внимание, что к 6 месяцам после моносегментэктомии ОФВ<sub>1</sub> практически возвращается к дооперационному – степень его потери составляет всего 1,2%.

Таким образом, анализ функциональных результатов лоб- и сегментэктомий в зависимости от числа удаляемых сегментов показал достоверные преимущества органосохраняющих операций при удалении двух и менее сегментов с минимальной потерей ОФВ<sub>1</sub> для моносегментэктомии.

После разделения каждой из сравниваемых групп на 2 подгруппы: операции на верхних долях и операции на нижних долях легкого, произведено сравнение функциональных результатов в зависимости от оперируемой доли. Анализ не продемонстрировал статистически достоверных различий между группами как с точки зрения степени снижения и динамики восстановления показателей ФВД, так и с точки зрения возможности прогнозирования расчетного показателя *pno* (таблица 41).

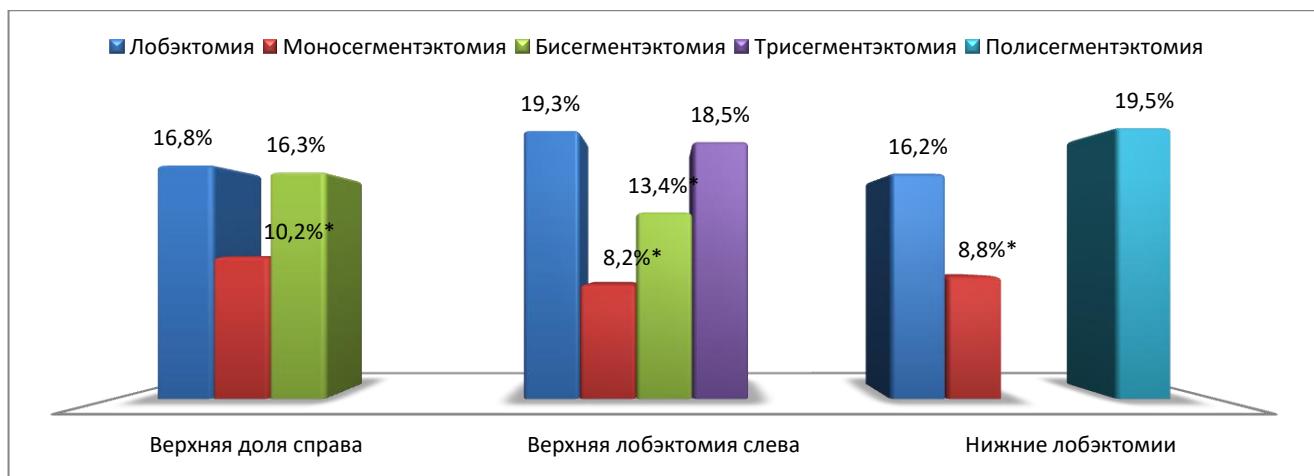
Таблица 41 – Сравнение  $\Delta$ ЖЕЛ,  $\Delta$ ОФВ<sub>1</sub> и  $\Delta$ ппо после операции на верхних и нижних долях (n=92/45)

Параметр	Сроки после операции					
	1 месяц		3 месяца		6 месяцев	
	на верхних долях	на нижних долях	на верхних долях	на нижних долях	на верхних долях	на нижних долях
$\Delta$ ЖЕЛ, %	22,3±10,8	20,2±17,4	14,6±11,5	15,6±11,2	10,7±12,1	11,4±11,7
$\Delta$ ОФВ <sub>1</sub> , %	15,7±7,9	13,4±11,0	9,9±7,9	9,4±6,8	4,8±7,3	5,2±8,8
$\Delta$ ппо, %	14,5±6,8	16,7±9,5	14,5±6,8	16,7±9,5	14,5±6,8	16,7±9,5

В продолжении этого этапа исследования сравнивались  $\Delta$  показателей ОФВ<sub>1</sub> после сегментэктомий в зависимости от числа удаляемых сегментов и их принадлежности к оперируемой доли.

Максимальная разница  $\Delta$ ОФВ<sub>1</sub> получена между удалением одного сегмента верхней доли левого легкого и целой лобэктомией – 11,1%. Для моносегментэктомии: с нижней лобэктомией любой стороны (8,8%), либо с верхней лобэктомией справа (6,6%). Для бисегментэктомии верхней доли левого легкого потеря ОФВ<sub>1</sub> в сравнении с лобэктомией оказалась меньше на 5,9%.

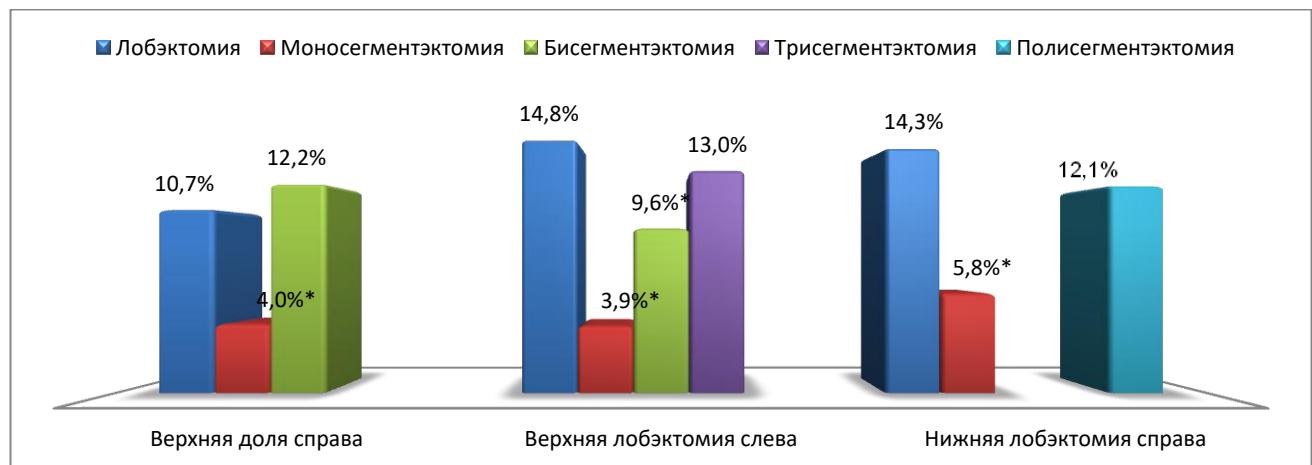
При этом удаление двух сегментов сопровождается значимым различием по всем анализируемым параметрам ФВД только при операции на верхней доле слева. После бисегментэктомии верхней доли справа ОФВ<sub>1</sub> и ЖЕЛ практически полностью повторяют результаты верхней лобэктомии. При выполнении полисегментарных резекций не удалось получить достоверных различий в степени потерь ОФВ<sub>1</sub> (рисунок 25).



\* –  $p<0,05$  при сравнении сегментэктомии с лобэктомией.

Рисунок 25 – Сравнение средних показателей  $\Delta\text{OФВ}_1$  между сегмент- и лобэктомиями в зависимости от оперируемой доли и числа удаляемых сегментов через 1 месяц после операции

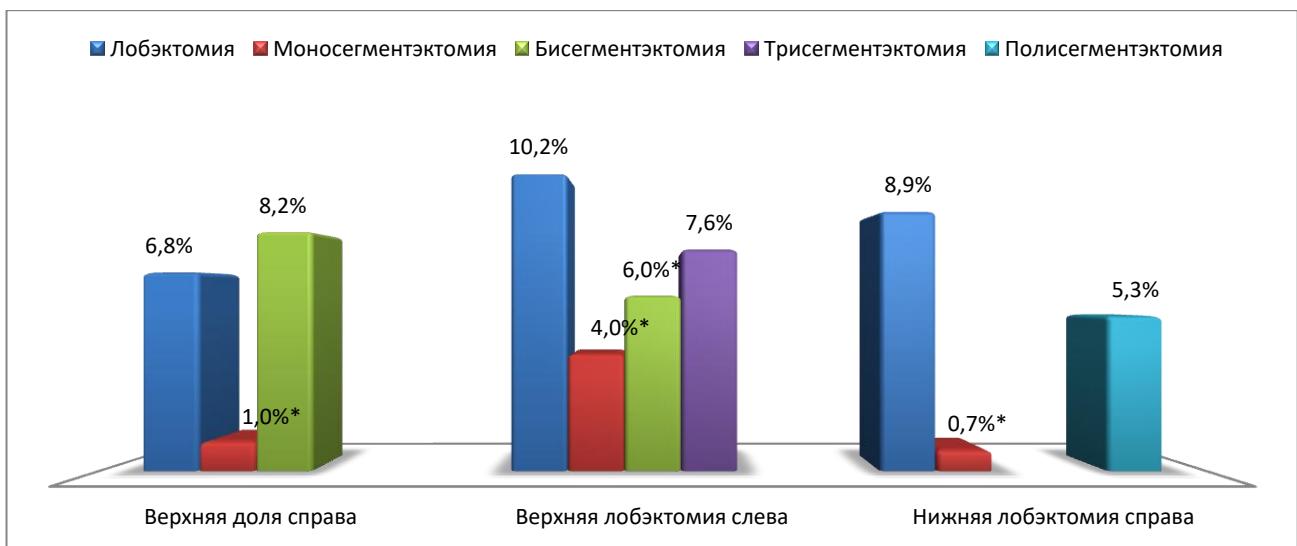
Через 3 месяца сохранялись ранее описанные закономерности. Удаление одного сегмента верхней доли левого легкого имеет максимальные преимущества, где разница потерь  $\text{OФВ}_1$  между лоб- и сегментэктомией составляет 10,9%. Для нижних долей удаление 1 сегмента – 8,5%, а для верхней доли справа – 6,7%. Для двух сегментов в сравнении с верхней лобэктомией дельта составила 5,2% (рисунок 26).



\* –  $p<0,05$  при сравнении сегментэктомии с лобэктомией.

Рисунок 26 – Сравнение средних показателей  $\Delta\text{OФВ}_1$  между сегмент- и лобэктомиями в зависимости от оперируемой доли и числа удаляемых сегментов через 3 месяц после операции

К моменту третьей контрольной точки статистически достоверные различия между группами лоб- и сегментэктомий сохранились по параметру ОФВ<sub>1</sub>, при этом определяемая разница в функциональных потерях между группами оказалась наименьшей из всех сравнений. Для удаления одного сегмента нижних долей – 8,2%, верхней доли левого легкого – 6,2%, нижних долей – 6,1%, верхней доли правого легкого – 5,8%. Для двух сегментов верхней доли левого легкого – 4,2% (рисунок 27).



\* – p<0,05 при сравнении сегментэктомии с лобэктомией.

Рисунок 27 – Сравнение средних показателей ΔОФВ<sub>1</sub> между сегмент- и лобэктомиями в зависимости от оперируемой доли и числа удаляемых сегментов через 6 месяцев после операции

Таким образом, основываясь на анализе функциональных результатов, следует полагать, что сегментэктомии имеют функциональные преимущества перед торакоскопическими лобэктомиями, особенно при удалении одного или двух сегментов вместо верхней доли слева, одного сегмента вместо верхней доли справа или одного сегмента из нижних долей с обеих сторон. При этом удаление изолированного сегмента верхней доли левого легкого имеет как статистические, так и фактические преимущества в сохранении ОФВ<sub>1</sub> через 1 и 3 месяца после операции, поскольку разница средних величин между группами лоб- и сегментэктомий составляет более 10%.

## Глава 6

# ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТОРАКОСКОПИЧЕСКИХ СЕГМЕНТ- И ЛОБЭКТОМИЙ ПРИ НЕМЕЛКОКЛЕТОЧНОМ РАКЕ ЛЕГКОГО IA СТАДИИ

Анализ отдаленных результатов хирургического лечения немелкоклеточного рака легкого IA стадии произведен у 96 пациентов, перенесших 29 сегментэктомий и 67 лобэктомий. Отдаленные результаты прослежены у всех пациентов в сроки от 6 до 9 лет, медиана наблюдения 7,4 года. Основными конечными точками исследования отдаленных результатов выбраны общая, безрецидивная и опухоль-специфическая выживаемость на этапе 5 лет с момента операции. Анализ выполнялся как между группами лоб- и сегментэктомий, так и среди подгрупп данных операций с размером новообразования 2 см и менее, а также более 2 см.

Распределение пациентов по объему перенесенной операции и размеру удаляемой опухоли представлено в таблице 42.

Таблица 42 – Распределение пациентов по объему перенесенной операции и размеру удаляемой опухоли (n=96)

Объем операции	Размер опухоли			
	≤10 мм	11-20 мм	21-30 мм	Всего
Лобэктомия	6 (60%)	25 (59,5%)	36 (81,8%)	67(69,8%)
Сегментэктомия	4 (40%)	17 (40,5%)	8 (18,2%)	29(30,2%)
Всего	10 (100%)	42 (100%)	44 (100%)	96(100%)

Как видно из таблицы, большая часть сегментэктомий выполнена больным с опухолью диаметром до 2 см. В то время как лобэктомии выполнены практически в равном объеме при опухолях менее 2 см и более 2 см. При этом

опухоли менее 1 см встречались в сравниваемых группах примерно поровну, хотя для лобэктомий их доля составляла менее 9%.

Распределение оперированных больных по гистологическому типу опухоли в зависимости от объема операции представлено в таблице 43.

**Таблица 43 – Распределение оперированных больных по гистологическому типу опухоли в зависимости от объема операции**

Объем операции	Гистологический тип опухоли			
	аден.	нейр.	плоск.	другие
Лобэктомия	42 (62,7%)	17 (94,4%)	6 (66,7%)	2(100%)
Сегментэктомия	25 (37,3%)	1 (5,6%)	3 (33,3%)	0 (0%)
Всего	67 (100%)	18 (100%)	9 (100%)	2(100%)

Примечание – адеп. – аденоактинома; нейр. – нейроэндокринный рак; плоск. – плоскоклеточный рак.

Как показано в таблице 43, в большинстве случаев в исследованной группе больных со злокачественными опухолями легкого IА стадии встречались аденоактиномы – у 67 больных (69,8%). Реже операции выполнены в связи с нейроэндокринным раком (18) и плоскоклеточной карциномой (9). В единичных случаях по результатам патоморфологического исследования верифицирован мукоэпидермоидный рак и плеоморфная карцинома. При этом подавляющее большинство сегментэктомий (86,2%) и большая часть лобэктомий (62,7%) выполнены по поводу железистого рака легкого.

В соответствии с клиническими рекомендациями ни один из пациентов с IА стадией рака легкого не получал адъюvantного лекарственного лечения.

На момент операции у 21 больного определен диагноз первично-множественного метахронного злокачественного заболевания. Варианты второй злокачественной опухоли представлены в таблице 44.

Таблица 44 – Распределение пациентов по морфологическим вариантам первично-множественного злокачественного заболевания

Вариант второй злокачественной опухоли	Число пациентов	Доля пациентов
Рак легкого	6	28,7%
Лимфома	3	14,4%
Рак щитовидной железы	3	14,4%
Колоректальный рак	2	9,5%
Уротелиальный рак	2	9,5%
Гепатоцеллюлярный рак	1	4,7%
Рак молочной железы	1	4,7%
Множественная эндокринная неоплазия (щитовидная железа+поджелудочная железа)	1	4,7%
Рак эндометрия	1	4,7%
Рак почки	1	4,7%
Всего	21	100%

В период наблюдения после операции у 7 других пациентов верифицирована новая первичная злокачественная опухоль, в том числе у 4 больных в ипси- или контрлатеральном легком. Все четверо получили хирургическое лечение без дополнительной лекарственной или лучевой терапии. В оставшихся трех случаях (рак гортани, рак почки и рак щитовидной железы) пациентам выполнен радикальный объем лечения второй опухоли. Ни у кого из пациентов с синхронными или метахронными опухолями не отмечено смерти от прогрессирования другого онкологического заболевания.

Прогрессирование рака легкого выявлено у 14 пациентов исследуемой группы в разные сроки после операции. Из них в 9 случаях отмечено системное прогрессирование в виде гематогенных метастазов, а у 5 больных выявлен изолированный локорегионарный лимфогенный рецидив без отдаленных метастазов. Из 21 больного с первично-множественным метахронным раком у 6 выявлено верифицированное прогрессирование рака легкого в виде отдаленного метастазирования.

В течение десятилетнего времени наблюдения зафиксировано 20 летальных исходов, которые в 8 случаях оказались связаны с прогрессированием опухоли легкого. Среди 12 пациентов, погибших в разные сроки после операции не от опухолевого процесса, причиной летального исхода явилась острая сердечно-сосудистая недостаточность у 9 больных и дыхательная недостаточность у трех. На момент анализа отдаленных результатов 6 пациентов с доказанным прогрессированием опухоли продолжали получать лекарственное лечение.

Общая пятилетняя выживаемость группе лобэктомий составила 85,1%, а в группе сегментэктомий – 82,8%, без статистически достоверных различий ( $p=0,804$ ). Кривые кумулятивной выживаемости представлены на рисунке 28.

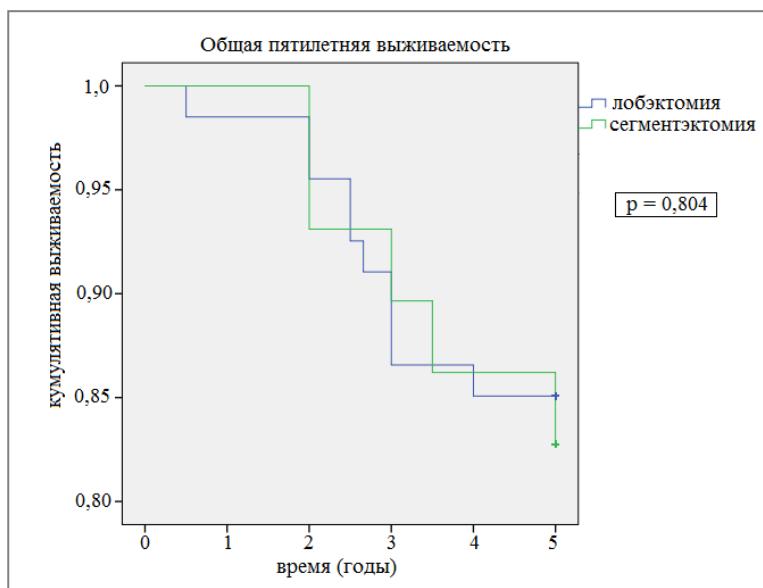


Рисунок 28 – Общая пятилетняя выживаемость в группах лоб- ( $n=67$ ) и сегментэктомий ( $n=29$ )

Схожие результаты получены и для безрецидивной пятилетней выживаемости. В группе сегментэктомий она составила 86,2%, а в группе лобэктомий – 86,6%. Статистически достоверные различия между группами не получены ( $p=0,986$ ). Кривые кумулятивной выживаемости представлены на рисунке 29.

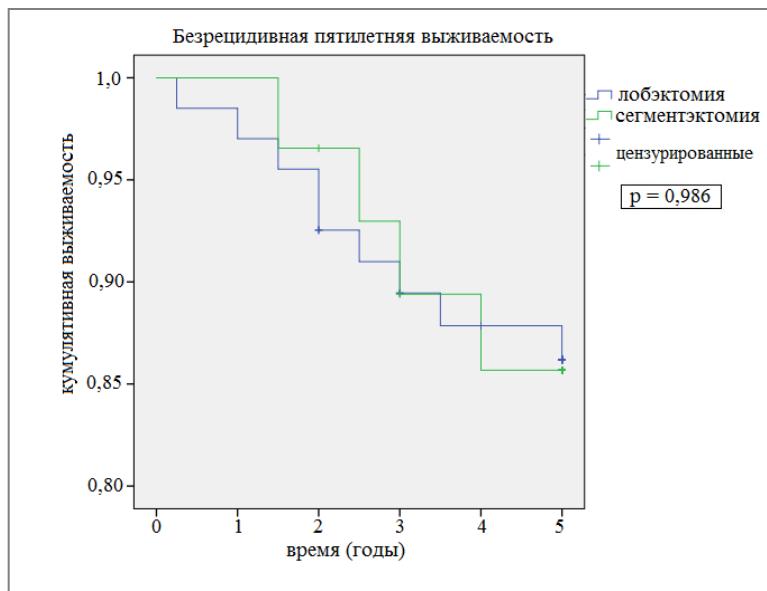


Рисунок 29 – Безрецидивная пятилетняя выживаемость в группах лоб- (n=67) и сегментэктомий (n=29)

Опухоль-специфическая выживаемость имела наивысший из всех конечных точек показатель, составивший 92,5% в группе лобэктомий и 93,1% в группе сегментэктомий. Статистически достоверных различий между группами также не получено ( $p=0,921$ ). Результаты представлены на рисунке 30.

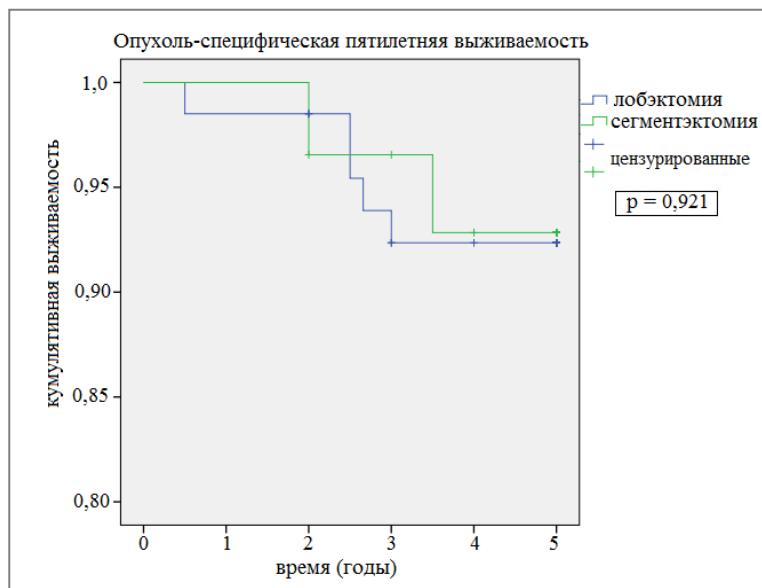


Рисунок 30 – Опухоль-специфическая пятилетняя выживаемость в группах лоб-(n=67) и сегментэктомий (n=29)

При сравнении пациентов с опухолью 2 см и менее (IA<sub>1</sub>-IA<sub>2</sub>), общая пятилетняя выживаемость в группе лобэктомий составила 87,1%, а в группе сегментэктомий – 85,7%, без статистически достоверных различий ( $p=0,889$ ). Кривые кумулятивной выживаемости представлены на рисунке 31.

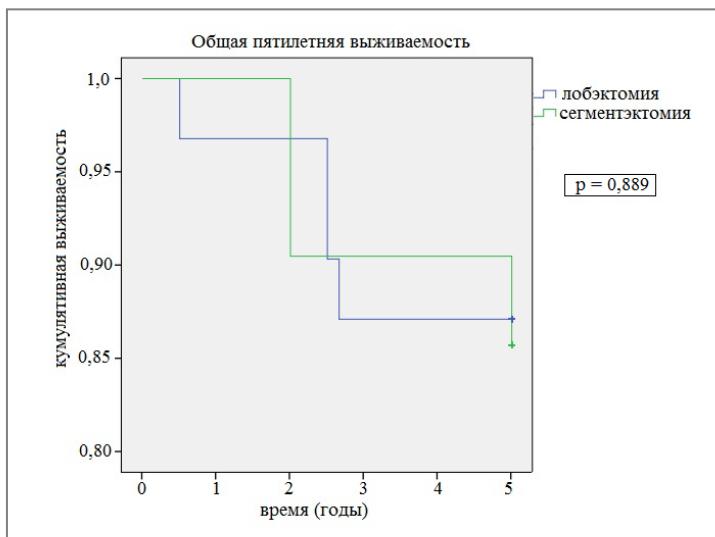


Рисунок 31 – Общая пятилетняя выживаемость в подгруппах лоб- ( $n=31$ ) и сегментэктомий ( $n=21$ ) у пациентов с опухолью 2 см и менее

Безрецидивная пятилетняя выживаемость имела преимущество в 5,1% в группе сегментэктомий (85,7%) в сравнении с группой лобэктомий (80,6%), однако статистически достоверных различий и в этом случае не получено ( $p=0,605$ ). Результаты представлены на рисунке 32.

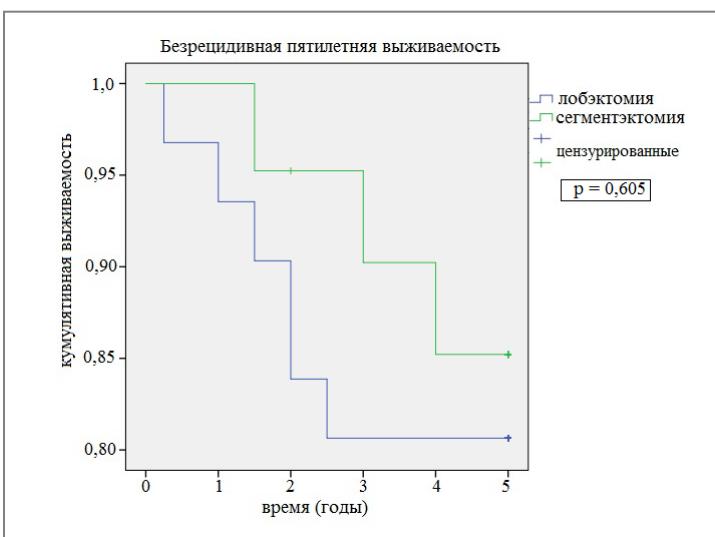


Рисунок 32 – Безрецидивная пятилетняя выживаемость в подгруппах лоб- ( $n=31$ ) и сегментэктомий ( $n=21$ ) у пациентов с опухолью 2 см и менее

В то же время, опухоль-специфическая пятилетняя выживаемость продемонстрировала еще более значимые различия между подгруппами с опухолью 2 см и менее, составив 95,2% для сегментэктомий и 87,1% для лобэктомий. Тем не менее, статистически достоверных различий также не выявлено ( $p=0,361$ ). Кривые кумулятивной выживаемости продемонстрированы на рисунке 33.

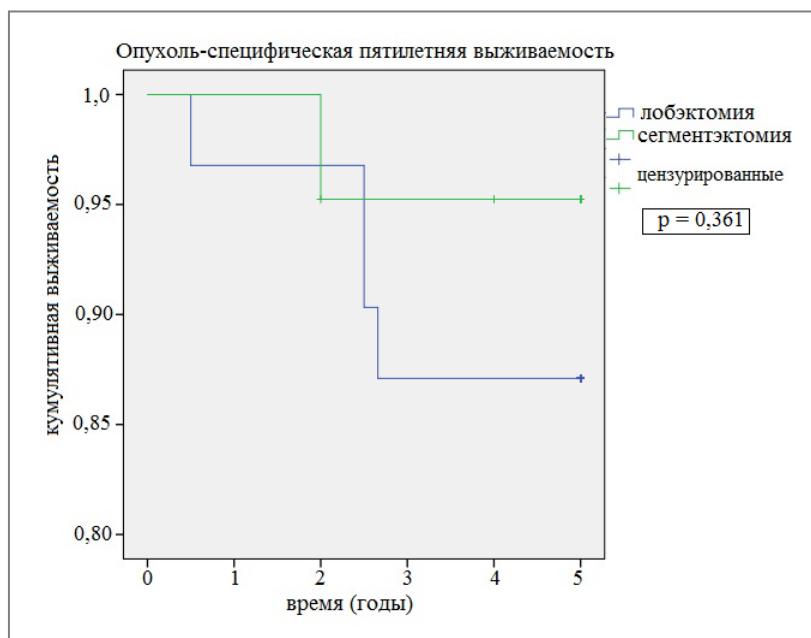


Рисунок 33 – Опухоль-специфическая пятилетняя выживаемость в подгруппах лоб- ( $n=31$ ) и сегментэктомий ( $n=21$ ) у пациентов с опухолью 2 см и менее

Таким образом, при оценке отдаленных результатов в подгруппе анатомических резекций у пациентов с размерами новообразования до 2 см выявлена тенденция к увеличению безрецидивной и опухоль-специфической пятилетней выживаемости после сегментэктомий в сравнении с лобэктомиями, однако данные различия не имели статистически значимой достоверности.

При сравнении отдаленных результатов операций у больных с IA<sub>3</sub> стадией общая пятилетняя выживаемость имела более существенные различия в группах лоб- и сегментэктомий. Так после лобэктомии общая выживаемость составила 83,3%, а после сегментэктомии – 75,0%, что представлено на рисунке 34. Тем не менее, статистически достоверных различий не получено ( $p=0,622$ ).

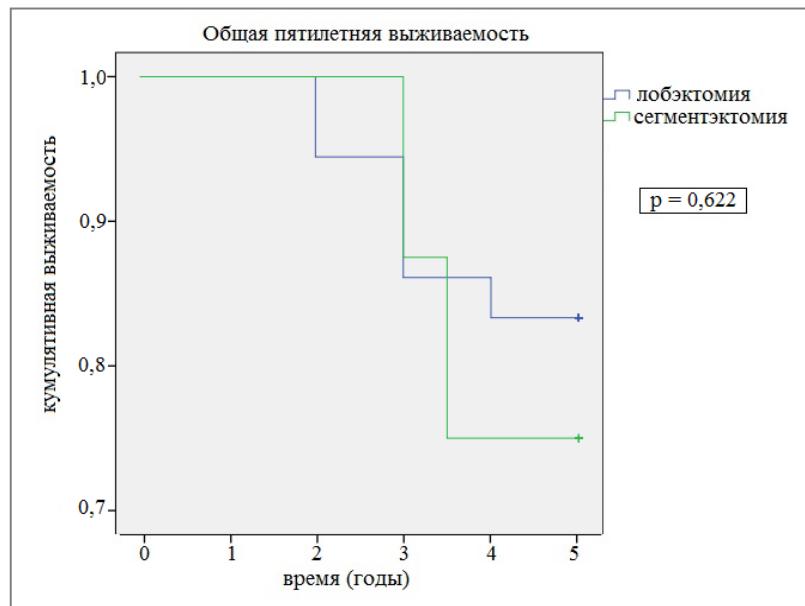


Рисунок 34 – Общая пятилетняя выживаемость в подгруппах лоб- (n=36) и сегментэктомий (n=8) у пациентов с опухолью от 2 до 3 см

Аналогичный тренд получен и для безрецидивной пятилетней выживаемости, составившей в группе лобэктомий и сегментэктомий 91,7% и 87,5% соответственно. Статистической значимости не выявлено ( $p=0,693$ ). Кривые кумулятивной выживаемости представлены на рисунке 35.

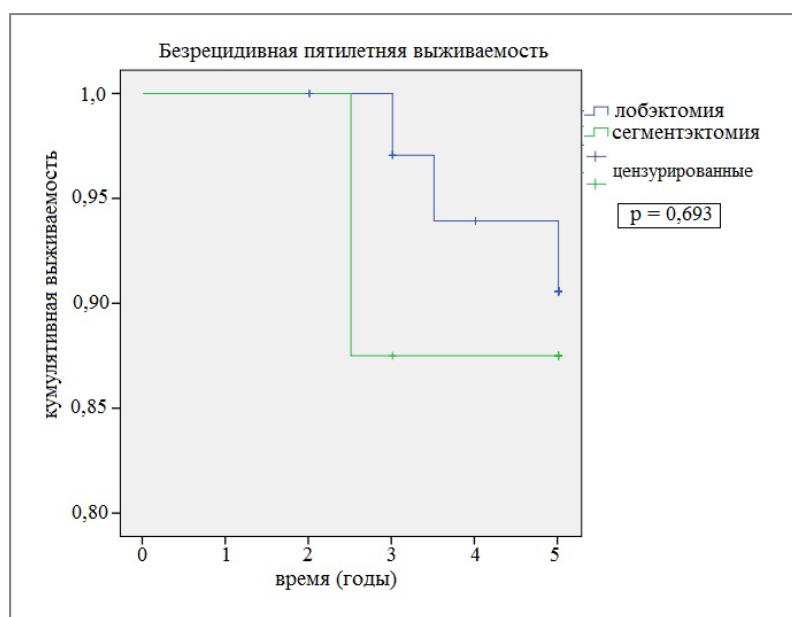


Рисунок 35 – Безрецидивная пятилетняя выживаемость в подгруппах лоб- (n=36) и сегментэктомий (n=8) у пациентов с опухолью от 2 до 3 см

Вместе с тем опухоль-специфическая выживаемость составила 97,2% после лобэктомии и 87,5% после сегментэктомии. Данные различия не имели статистической значимости ( $p=0,257$ ), однако также демонстрировали тренд преимущества в группе лобэктомий (рисунок 36).

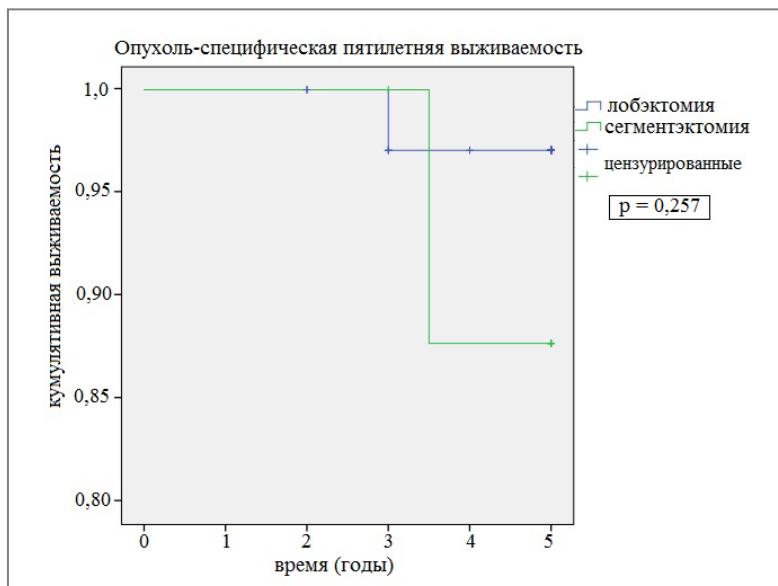


Рисунок 36 – Опухоль-специфическая пятилетняя выживаемость в подгруппах лоб- ( $n=36$ ) и сегментэктомий ( $n=8$ ) у пациентов с опухолью от 2 до 3 см

Таким образом, при анализе отдаленных результатов хирургического лечения в подгруппе пациентов с опухолью от 2 до 3 см выявлены преимущества по всем конечным точкам после перенесенной лобэктомии, однако полученные различия не имели статистической достоверности.

Проанализированные в подглаве отдаленные онкологические результаты приведены в виде сводной таблицы 45.

Как видно из сводной таблицы при раке легкого IA стадии при размере первичной опухоли более 2 см существенно снижается общая и опухоль-специфическая выживаемость как при сравнении с лобэктомиями, так и при сравнении с сегментэктомиями, выполненными по поводу опухолей меньшего размера.

Таблица 45 – Сравнение отдаленных онкологических результатов между группами сегмент- и лобэктомий при различном размере опухоли

5-летняя выживаемость	Стадия					
	IA <sub>1</sub> -IA <sub>2</sub>		IA <sub>3</sub>		IA <sub>1-3</sub>	
	C (n=8)	Л (n=36)	C (n=21)	Л (n=31)	C (n=29)	Л (n=67)
Общая	75,0%	83,3%	85,7%	87,1%	82,8%	85,1%
Безрецидивная	87,5%	91,7%	85,7%	80,6%	86,2%	86,6%
Опухоль – специфическая	87,5%	97,2%	95,2%	87,1%	93,1%	92,5%

В последнем случае различия в общей выживаемости и опухоль-специфической выживаемости достигают 10%. И хотя в ходе настоящего исследования не достигнуто статистической значимости выявленных различий, продемонстрированы отчетливые тенденции преимущества лобэктомий при опухолях более 2 см.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уменьшение травмы хирургического доступа, путем широкого внедрения торакоскопической технологии выполнения операции, тесно связано в последние годы с тенденцией разумного уменьшения объема удаляемой паренхимы до сегментэктомии. С одной стороны, торакоскопический доступ позволяет уменьшить болевой синдром, риск послеоперационных осложнений, длительность дренирования и госпитализации больных, а также способствует ранней реабилитации пациентов (Zhang Z. et al., 2013). С другой стороны, отсутствие пальпаторного контроля и необходимость в полном коллапсе оперируемого легкого создает дополнительные трудности и без того непростой операции (D'Amico T. et al., 2011), особенно в отношении идентификации межсегментарных границ и их числа, а также вариабельности сосудистой анатомии.

Вентиляционный метод определения межсегментарных границ всегда требовал значительного времени ожидания коллапса. В настоящем исследовании среднее время такого ожидания составило  $17,5 \pm 6,5$  мин. У пациентов с тяжелой ХОБЛ в трех случаях не удалось дождаться появления межсегментарных границ. В трех других случаях раздутый сегмент занимал большую часть оперируемой доли.

Напротив, при использовании перфузионного теста, среднее время появления контрастного свечения на границе удаляемого сегмента составило  $0,25 \pm 0,05$  мин, статистически достоверно отличаясь от вентиляционного теста ( $p < 0,001$ ). У четырех пациентов также не удалось определить межсегментарную границу, преимущественно в связи с особенностями кровоснабжения оперируемого сегмента.

Следует отметить, что до настоящего момента не существует единого мнения о том, какой из методов определения межсегментарных границ лучше. Для вентиляционных тестов описана как высокая 100% эффективность

(Okada M. et al., 2007), так и более низкая – 78,7% (Yotsukura M. et al., 2021). При этом подавляющее большинство публикаций перфузионных методов с индоцианином зеленым демонстрируют их эффективность в 90% и более (Tarumi S. et al., 2014; Fu H. et al., 2020; Liu Z. et al., 2020). Вероятно, связано это и с тем, что нет универсального критерия «правильности» определения межсегментарных границ. Возможно, именно поэтому прямое сравнение вентиляционных и перфузионных тестов ограничено единичными исследованиями.

Авторам систематического обзора 2023 года (Onodera K. et al., 2023) удалось найти только две работы, статистически анализирующие разницу между данными группами (Fu H. et al., 2020; Liu Z., 2020). При этом в работе H. Fu et al. опубликована равная эффективность – 95,2%. А в исследовании Z. Liu et al. вентиляционные методы значимо уступали перфузионным с ICG (77,9% против 91,3%,  $p<0,01$ ).

В настоящем исследовании осуществлен статистический анализ, который продемонстрировал сопоставимую эффективность (92,3% и 94,9%) вентиляционного и перфузионного методов ( $p>0,05$ ). Следует отметить, что в публикации Z. Liu et al. 2020 года практически все анализируемые пациенты страдали ХОБЛ. При этом только у 8 из 92 флюоресценция не позволила определить границу. В то время как в группе вентиляционных методов неинформативность метода зарегистрирована гораздо чаще – у 33 из 149 больных (22,1%). Результаты нашей работы подтвердили риск непригодности вентиляционных проб на эмфизематозном легком. ХОБЛ выявлена у 13 пациентов (16,7%), среди которых в трех случаях (23,1%) проба с инфляцией и дефляцией оказалась безуспешной, а у трех других больных (23,1%), вероятно, ошибочной. Однако прямой связи безуспешности перфузионного теста с индоцианином зеленым у больных ХОБЛ мы не обнаружили, отметив лишь меньшую интенсивность флюоресценции.

В рамках данного исследования нам не удалось установить насколько перфузионные тесты эффективнее вентиляционных при пересечении паренхимы,

когда сегментэктомия считается технически «сложной» (Handa Y. et al., 2020). У всех таких пациентов и вентиляционные и перфузионные тесты демонстрировали равную эффективность. Вместе с тем нам удалось проанализировать периоперационные результаты таких операций, выполнение которых может потенциально увеличивает число осложнений (Karenovics W. et al., 2019).

Статистический анализ собственных результатов показал, что единственным достоверным различием между сравниваемыми группами является длительность операции, средний показатель которой больше в группе «сложных» сегментэктомий. Длительность госпитализации и дренирования плевральной полости, частота осложнений и их варианты не различались между группами «простых» и «сложных» сегментэктомий. Возможно, потому что их «сложность» как раз и заключается в длительности выполнения операции и не имеет дополнительных последствий, особенно, когда в арсенале хирурга есть надежный метод определения нескольких межсегментарных границ.

Отдельный интерес представляет вариабельность сегментарной анатомии, знание которой минимизирует интраоперационную кровопотерю и риск послеоперационных осложнений (Qiu B. et al., 2020; Zhu X.Y. et al., 2021), а также приводит к уменьшению длительность операции (Qiu B. et al., 2020; Wang X. et al., 2022). В нашем исследовании у 25,4% пациентов выявлена нетипичная архитектоника легочных артерий и вен. Выполнение таким больным торакоскопической сегментэктомии не увеличило длительность операции. В то же время, интраоперационные кровотечения выявлены статистически достоверно чаще (12%) у пациентов с нетипичной сосудистой анатомией, в сравнении с контрольной группой больных (1,6%), демонстрируя различия и по среднему объему кровопотери (121 мл против 66 мл соответственно) –  $p<0,05$ .

В исследовании Y. Chen et al. (2020) конверсия в торакотомию выполнена в 10,5% случаев – все пациенты из группы с особенностями артериального кровоснабжения удаляемых сегментов без предварительной 3D оценки анатомии легкого. Увеличение объема удаляемой паренхимы до доли также наблюдалось только в контрольной группе.

Среди анализируемых нами пациентов конверсий доступа не обнаружено, а увеличение объема операции до лобэктомии имело сопоставимое распределение в группах, возможно, благодаря тому, что у всех больных мы изучали сосудистую анатомию до операции. В тоже время среди пациентов с нетипичными ее вариантами в 40% случаев объем сегментэктомии увеличен до части или целого соседнего сегмента. При этом у пациентов с типичной анатомией такое увеличение объема операции выявлено лишь у 11,3% больных ( $p<0,05$ ).

Сравнивая полученные результаты с работой Y. Chen et al. можно предположить, что заблаговременное знание сосудистой анатомии снижает техническую «сложность» сегментэктомии, а наличие нетипичных вариантов кровоснабжения имеет тесную связь с увеличением объема операции до соседнего сегмента.

В то же время доминирует мнение, что любая сегментэктомия является гораздо более сложной операцией в сравнении с лобэктомией (D'Amico T. et al., 2011), требует более глубокой диссекции, что может сказываться и на послеоперационных осложнениях (Deng B. et al., 2014). При этом сама идея уменьшения объема удаляемой паренхимы была направлена как раз на минимизацию осложнений и возможность хирургии у коморбидных больных (Kilic A. et al., 2009).

Среди публикуемых данных нет единого мнения на этот счет. Одни работы подтверждают равнозначность лоб- и сегментэктомий по числу и тяжести послеоперационных осложнений (Амиралиев А.М. и соавт., 2019; Hwang Y. et al., 2015; Tane S. et al., 2019). Другие, наоборот демонстрируют преимущества долевых резекций легкого из торакоскопического доступа (Deng B. et al., 2014). Трети выявляют преимущества в группе сегментэктомий, но только для больных с тяжелой коморбидностью (Kilic A. et al., 2009) или, напротив, в подгруппах без дыхательной коморбидности (Stamatis G. et al., 2019). И даже в тех публикациях (Schuchert M.J. et al., 2007; Hwang Y. et al., 2015; Tane S. et al., 2019), где определена равнозначность сегмент- и лобэктомий по тяжести

послеоперационного периода, нет единства в частоте продленного сброса воздуха – одного из наиболее встречающихся вариантов осложнения.

Безусловно, причин разнородности данных статей не меньше числа самих исследований, посвященных обсуждаемой теме. Именно поэтому первым этапом в нашей работе мы определили факторы негативного влияния на periоперационные результаты среди всех 268 торакоскопических анатомических резекций легкого. Среди них: мужской пол, модифицированный CCI равный 1 и более, ппоОФВ<sub>1</sub> менее 40%, тяжелая и крайне тяжелая ХОБЛ, локализация новообразования в верхних долях, нозология рака легкого, хронического нагноительного заболевания или доброкачественного новообразования.

Важно отметить, что индекс коморбидности Чарльсона не имел статистических достоверных различий periоперационных результатов, а после исключения из него компонента возраста, показал значимое увеличение как длительности дренирования, так и длительности госпитализации оперируемых больных. Данный факт дополнительно подтвердил первостепенное значение не возраста, а тяжести сопутствующей патологии оперируемого больного, что также можно встретить в зарубежных исследованиях (Martin-Ucar A.E. et al., 2005, Bédat B. et al., 2019).

В результате в настоящем исследовании произведено сравнение максимально сопоставимых групп, которое продемонстрировано отсутствие статистически достоверных различий между сегмент- и лобэктомиям по интраоперационным конечным точкам. Среди них длительность операции, число удаленных лимфатических узлов, частота интраоперационного кровотечения и средний объем кровопотери. В тоже время осложненный послеоперационный период чаще наблюдался в группе лобэктомии – у 33 пациентов (42,3%) в сравнении с группой сегментэктомии – у 22 больных (28,2%), без статистической достоверности различий ( $p>0,05$ ). Данный результат противоречит исследованию B. Deng et al. (2014), подтверждая скорее преимущества сегмент-, чем лобэктомий. В то же время в исследовании S. Tane et al. (2019) продленный сброс

воздуха так же встречался чаще после лобэктомии (32,1%) чем после сегментэктомии (23,1%).

Анализ же тяжести послеоперационных осложнений показал их равенство по I и II степени между группами, при значимом превосходстве IIIA степени осложнений в группе лобэктомий – 7,7% против 1,3% в группе сегментэктомий ( $p=0,035$ ).

Удивительно как изменилось соотношение выявленных нами различий при подгрупповом анализе пациентов с тяжелой дыхательной коморбидностью. Сравнив результаты больных с  $\text{ппОФВ}_1$  менее 40%, мы получили двукратное увеличение числа послеоперационных осложнений в сравнении с общей когортой пациентов, при их равном распределении между группами сегмент- и лобэктомий. В тоже время продленный сброс воздуха по дренажу зафиксирован у 66,7% больных в группе сегментэктомии и 33,3% в группе лобэктомий. Малое число больных не позволило статистически анализировать полученный материал, однако выявленные тенденции без сомнений позволяют подтвердить полное отсутствие преимуществ выполнения сегментэктомий пациентам с дыхательной коморбидностью.

Функциональные результаты данной категории больных не менее актуальны в научном сообществе. Существует предположение, что выполнение лобэктомии пациентам с эмфиземой легкого может улучшить показатели ФВД (Fishman A. et al., 2003), а, значит, может иметь преимущества над сегментарными резекциями. При сравнении результатов ОФВ<sub>1</sub> через 1, 3 и 6 месяцев после сегмент- и лобэктомий мы не получили статистически достоверных различий в группах. При этом нами установлено, что прогностическая формула *ппо* точно определяет ожидаемые потери ОФВ<sub>1</sub> в группе сегментэктомии, при значимом завышении потерь после лобэктомии. Вероятно, эффект редукции легочного объема, описываемый в работе K. Kashiwabara et al. в 2009 году, действительно реализуется на практике в виде отсутствия снижения показателей ФВД после лобэктомии. Вместе с тем полученные нами данные заставляют задуматься

насколько выполнение сегментэктомии пациенту с дыхательной коморбидностью оправдано с точки зрения сохранения функции дыхания.

Напротив, у пациентов без ХОБЛ нами продемонстрированы статистически достоверные преимущества сегментэктомий над лобэктомиями в сохранении как ЖЕЛ, так и ОФВ<sub>1</sub> на всех этапах контрольных точек с разницей средних около 5%. Такого результата могло бы быть достаточно для аргументации функциональных преимуществ сегментэктомий над лобэктомиями, однако мы, как и немногочисленные исследователи в этом направлении (Macke R.A. et al., 2015; Gu Z. et al., 2018; Tane S. et al., 2019), решили определить модель пациента, обладающего максимальным потенциалом сохранения параметров ФВД после сегментэктомии.

Одними из первых R.A. Macke et al. (2015) анализировали снижение ОФВ<sub>1</sub> в зависимости от числа удаляемых сегментов. К сожалению, срок контрольного обследования составлял от 6 до 36 месяцев с момента операции, а более половины операций были выполнены из торакотомного доступа. Полученная разнородная группа анализируемых больных не дала авторам возможности определить вклад числа сегментов в редукцию функции дыхания. В настоящем исследовании нам удалось продемонстрировать, что удаление одного, двух или трех сегментов приводит к снижению ОФВ<sub>1</sub> на 9,9%, 11,4%, 17,8% относительно предоперационного через 1 месяц после операции. При этом выполнение моно- и бисегментэктомий сохраняет в среднем от 6 до 6,5 % потерю ОФВ1 в сравнении с лобэктомией. В то время как удаление трех сегментов сопровождается сохранением менее 5% ОФВ1. Основываясь на полученных результатах, можно подтвердить предположение L. Chen et al., в котором сегментэктомия является функционально оправданной при удалении менее половины сегментов от оперируемой доли (Chen L. et al., 2021).

Следует так же отметить, что максимальные различия показателей ФВД после сегмент- и лобэктомий нами получены при их анализе в зависимости от числа удаленных сегментов и их принадлежности к доле. Известно, что верхняя лобэктомия справа нередко приводит к уменьшению объема средней доли за счет

ротационного сужения среднедолевого бронха. Аналогичные изменения, менее заметные «невооруженным взглядом», могут происходить и при прочих лобэктомиях. Сохранение же сегментов оперируемой доли приводит к меньшему перемещению легочной ткани, что в том числе должно зависеть от числа и локализации удаляемых сегментов. На основании такой концепции в собственном исследовании мы определили, что максимальная разница средних потерь ОФВ<sub>1</sub> получена через 1 месяц после операции между удалением одного сегмента верхней доли левого легкого и целой лобэктомией – 11,1%, одного сегмента в сравнении с нижней лобэктомией любой из сторон (8,8%), либо с верхней лобэктомией справа (6,6%). Для бисегментэктомии верхней доли левого легкого потеря ОФВ<sub>1</sub> в сравнении с лобэктомией оказалась наименьшей – 5,9%.

Отдельного внимания заслуживает прогностическая значимость формулы определения послеоперационных параметров функции внешнего дыхания в зависимости от объема планируемой резекции. Анализируя реальные показатели ФВД через 6 месяцев после операции K. Kashiwabara et al. обнаружили, что сегментэктомия приводит к более значимому снижению ОФВ<sub>1</sub> относительно ожидаемого в сравнении с лобэктомией. На собственном материале нам удалось показать, что к шести месяцам после любой операции регистрируемое снижение ОФВ<sub>1</sub> меньше чем вычисленное по формуле *npo*. При этом полученное соотношение реального и ожидаемого снижения ОФВ<sub>1</sub> для сегмент- и лобэктомий оказалось соизмеримым в группах, составив 31,6% и 35,9% соответственно. Совершенно другие результаты определены через 1 месяц после операции. Для сегментэктомии реальные потери ОФВ<sub>1</sub> превышают расчетные, а их соотношение составляет 130,6%. В то время как для лобэктомии по-прежнему прогноз снижения ОФВ<sub>1</sub> зафиксирован выше регистрируемого с их соотношением 81,5%.

Наконец, отбор пациентов с периферическим немелкоклеточным раком легкого не теряет своей актуальности, не смотря на опубликованные данные рандомизированных исследований JCOG0802/WJOG4607L (Saji H. et al., 2022) и CALGB/ALLIANCE 140503 (Altorki N. et al., 2023). В настоящей работе мы

проанализировали общую, безрецидивную и опухоль-специфическую 5-летнюю выживаемость больных с опухолью 2 см и менее в диаметре в зависимости от объема операции. Полученные данные не имели статистически достоверных различий между группами по общей выживаемости, составив 85,7% после сегментэктомии и 87,1% после лобэктомии и оказались сопоставимыми исследованию CALGB/ALLIANCE 140503 (Altorki N. et al., 2023) – 81,9% против 78,7%. При этом безрецидивная и опухоль-специфическая выживаемость имела тренд преимуществ в группе сегментэктомий (85,7% и 95,2%), отличаясь от лобэктомий на 5% и 7% соответственно. Аналогичные результаты получены в единичных отечественных исследованиях (Колбанов К.И. и соавт., 2016; Амиралиев А.М. и соавт., 2019; Левицкий А.В. и соавт., 2021).

При анализе отдаленных результатов лечения опухоли IA стадии диаметром более 2 см подобные преимущества сегментэктомий не выявлены. Напротив, различия в общей выживаемости и опухоль-специфической выживаемости достигают 10% между группами лоб- и сегментэктомий, составив для последней 75,0% и 87,5%, что, безусловно, подтверждает необходимость дополнительных исследований, анализирующих критерии отбора кандидатов к сегментэктомии с T1c раком легкого.

## ВЫВОДЫ

1. Торакоскопические сегментэктомии являются безопасными и эффективными операциями при различных хирургических заболеваниях легкого. Они не уступают лобэктомиям по длительности операции, объему кровопотери, частоте интра- и послеоперационных осложнений, при этом имея достоверно более короткую длительность госпитализации и меньшую частоту «больших осложнений» (Clavien-Dindo III). В тоже время, для больных с ХОБЛ III-IV стадии по GOLD преимущества сегментэктомий статистически не достоверны.

2. При торакоскопических сегментэктомиях риск интраоперационного кровотечения и конверсии объема операции увеличивается у больных с нетипичной сосудистой анатомией. Сложность разделения междолевых щелей не влияет на ближайшие результаты за исключением времени оперативного вмешательства.

3. Выполнение торакоскопических сегментэктомий позволяет лучше сохранить показатели функции внешнего дыхания пациентов в сравнении с торакоскопическими лобэктомиями, особенно при удалении одного или двух сегментов вместо верхней доли слева, одного сегмента вместо верхней доли справа или одного сегмента из нижних долей с обеих сторон.

4. Общепринятая формула прогноза послеоперационной функции внешнего дыхания не позволяет точно прогнозировать параметры ЖЕЛ и ОФВ1 после торакоскопических анатомических резекций легкого. При этом для сегментэктомий эта формула занижает ожидаемые потери ОФВ1 через 1 месяц после операции, а через 6 месяцев – завышает. Для торакоскопических лобэктомий рассчитанные потери ОФВ1 завышены в течение всего срока наблюдения.

5. Торакоскопические сегментэктомии у больных раком легкого IA<sub>1</sub> и IA<sub>2</sub> стадии не уступают торакоскопическим лобэктомиям по показателям 5-летней

общей, опухоль-специфической и безрецидивной выживаемости, а при IA<sub>3</sub> стадии отдаленные результаты сегментэктомий существенно хуже. Основные различия опухоль-специфической и безрецидивной выживаемости проявляются к третьему году послеоперационного наблюдения.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При выполнении торакоскопических сегментэктомий у пациентов с ХОБЛ и эмфиземой в качестве наиболее удобного способа определения границ сегмента рекомендуется перфузионный тест с индоцианином зеленым в дозе 12,5 мг, введенного внутривенно.
2. При планировании торакоскопических сегментэктомий рекомендуется производить 3D реконструкцию изображений КТ органов грудной клетки для оценки индивидуальных особенностей сосудистой и бронхиальной анатомии.
3. Больным раком легкого IA<sub>3</sub> стадии рекомендуется избегать выполнения сегментэктомий, поскольку это может быть сопряжено со снижением всех показателей 5-летней общей и безрецидивной выживаемости.
4. Идеальной моделью пациента, у которого могут быть реализованы все потенциальные преимущества торакоскопической сегментэктомии, следует считать некурящего больного, без тяжелой сопутствующей патологии и новообразованием размерами менее 2 см.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Данная диссертационная работа является первым исследованием, в котором разносторонне и широко рассмотрены вопросы, касающиеся ближайших, функциональных и отдаленных результатов торакоскопических сегментэктомий при различных хирургических заболеваниях легких. Появление и рост числа публикаций, анализирующих опыт подобных операций в России, свидетельствует о повышенном интересе торакальных хирургов и актуальности данной темы.

Результаты проведенного диссертационного исследования открывают перспективы для дальнейшего, более углубленного, анализа отдельных аспектов проблемы внедрения торакоскопических сегментэктомий, сравнения различных морфологических подтипов опухоли и ее инвазивности, необходимости предоперационной верификации мелких периферических новообразований, а также экономической эффективности операций, их медико-социального значения.

Важным представляется дальнейшее изучение техники их выполнения, точности определения межсегментарных границ, стандартизации внутридолевой лимфодиссекции, а также влияния локализации новообразования на объем комбинированных сегментарных и субсегментарных резекций, которое позволит определить роль и место сегментэктомии в торакальной хирургии.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВАК	– высшая аттестационная комиссия
ГМПБ № 2	– городская многопрофильная больница № 2
ГУЗ	– государственное учреждение здравоохранения
ЖЕЛ	– жизненная емкость легких
ИМТ	– индекс массы тела
к/д	– койко-день
КТ	– компьютерная томография
Л	– лобэктомия
л/у	– лимфатический узел
МТС	– метастаз
НМРЛ	– немелкоклеточный рак легкого
ОФВ <sub>1</sub>	– объем форсированного выдоха за 1 секунду
п/о	– послеоперационный
Ппо	– прогнозируемый послеоперационный
ПЭТ	– позитронно-эмиссионная томография
С	– сегментэктомия
ТЭЛА	– тромбоэмболия легочной артерии
ФБС	– фиброброхоскопия
ФВД	– функция внешнего дыхания
ФГБУ	– федеральное государственное бюджетное учреждение
ФГБУЗ	– федеральное государственное бюджетное учреждение здравоохранения
ФЖЕЛ	– форсированная жизненная емкость легких
ФЛГ	– флюорография
УЗИ	– ультразвуковое исследование
ХНЗЛ	– хронические нагноительные заболевания легких
ХОБЛ	– хроническая обструктивная болезнь легких

ЭКГ	– электрокардиограмма
ЭХО-КГ	– эхокардиография
CCI	– Charlson Comorbidity Index – индекс коморбидности Чарлсона
c/t ratio	– consolidation to tumor ratio – соотношение диаметра солидного компонента опухоли к диаметру затенения по типу «матового стекла»
CPAP	– Constant Positive Airway Pressure – режим вентиляции лёгких постоянным положительным давлением
DLCO	– Diffusing capacity of the lung for carbon monoxide
	– диффузационная способность легких поmonoоксиду углерода
ESTS	– European Society of Thoracic Surgeons – европейская ассоциация торакальных хирургов
GGO	– Ground Glass Opacity – затенение по типу «матового стекла»
ICG	– Indocyanine green – индоцианинзеленый
IgG	– иммуноглобулин G
SUV	– Standardized Uptake Value – стандартизованный уровень накопления радиофармпрепарата
Δ	– Дельта

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Амиралиев, А.М. Сегментэктомия при первичных злокачественных опухолях легких / А.М. Амиралиев, О.В. Пикин, А.Б. Рябов [и др.] // Хирургия. Журнал им. НИ Пирогова. – 2019. – № 10. – С. 5-12.
2. Атюков, М.А. Сравнительный анализ ближайших результатов анатомических резекций легких, выполненных из видеоторакоскопического и торакотомного доступов / М.А. Атюков, И.Ю. Земцова, А.С. Петров [и др.] // Инновационная медицина Кубани. – 2024. – № 1. – С. 18-27.
3. Белков, Д.С. Опыт создания и использования 3D-моделей органов при опухолевом поражении печени и легкого / Д.С. Белков, В.Н. Егиев, Д.С. Мачульский [и др.] // Московский хирургический журнал. – 2017. – № 1. – С. 38-43.
4. Елькин, А.В. Операции сегментэктомии во фтизиохирургии / А.В. Елькин, М.Э. Кобак // Хирургическое лечение больных туберкулезом : сборник научных трудов / под ред. Ю.М. Репина. – Москва, 1987. – С. 32-42.
5. Калеченков, М.К. Способ удаления сегментов при туберкулезе легких / М.К. Калеченков, Е.С. Побегалов // Bulletin of the International Scientific Surgical Association. – 2006. – Т. 1. – № 2. – С. 34-35.
6. Колбанов, К.И. Хирургическое лечение больных периферическим немелкоклеточным раком легкого I стадии: результаты, прогноз, перспективы / К.И. Колбанов, А.Х. Трахтенберг, О.В. Пикин [и др.] // Онкология. Журнал им. П.А. Герцена. – 2016. – Т. 5, № 5. – С. 4-10.
7. Левицкий, А.В. Стандартная лобэктомия против анатомической сублобарной резекции легкого при немелкоклеточном периферическом раке T1-2N0M0: сравнительная оценка зависимости выживаемости от объема резекции / А.В. Левицкий, Д.А. Чичеватов, М.Д. Тер-Ованесов, Е.Н. Синев // Онкология. Журнал им. ПА Герцена. – 2021. – Т. 10, № 1. – С. 24-30.

8. Порханов, В.А. Миниинвазивные видеоторакоскопические и робот-ассистированные лобэктомии / В.А. Порханов, В.В. Данилов, И.С. Поляков [и др.] // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2019. – № 8. – С. 46-52.
9. Трахтенберг, А.Х. Рак легкого / А.Х. Трахтенберг, В.И. Чиссов. – Москва : ГЭОТАР-МЕДИА, 2009. – 660 с.
10. Чучалин, А.Г. Федеральные клинические рекомендации Российского респираторного общества по использованию метода спирометрии / А.Г. Чучалин, З.Р. Айсанов, С.Ю. Чикина [и др.] // Пульмонология. – 2014. – № 6. – С. 11-24.
11. Яблонский, П.К. Видеомедиастиноскопия и другие методы N-стадирования в хирургии рака легкого / П.К. Яблонский, А.С. Петров. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 160 с.
12. Altorki, N. Lobar or sublobar resection for peripheral stage IA non-small-cell lung cancer / N. Altorki, X. Wang, D. Kozono [et al.] // New England Journal of Medicine. – 2023. – Vol. 388, № 6. – P. 489-498.
13. Anayama, T. Near-infrared dye marking for thoracoscopic resection of small-sized pulmonary nodules: comparison of percutaneous and bronchoscopic injection techniques / T. Anayama, K. Hirohashi, R. Miyazaki [et al.] // J. Cardiothorac. Surg. – 2018. – Vol. 13. № 1. – P. 5.
14. Asamura, H. Radiographically determined noninvasive adenocarcinoma of the lung: survival outcomes of Japan Clinical Oncology Group 0201 / H. Asamura, T. Hishida, K. Suzuki [et al.] // The Journal of thoracic and cardiovascular surgery. – 2013. – Vol. 146, № 1. – P. 24-30.
15. Bakhuis, W. Essential Surgical Plan Modifications After Virtual Reality Planning in 50 Consecutive Segmentectomies / W. Bakhuis, A.H. Sadeghi, I. Moes [et al.] // Ann. Thorac. Surg. – 2023. – Vol. 115, № 5. – P. 1247-1255.
16. Bédat, B. Comparison of postoperative complications between segmentectomy and lobectomy by video-assisted thoracic surgery: a multicenter study / B. Bédat, E. Abdelnour-Berchtold, T. Perneger [et al.] // J. Cardiothorac. Surg. – 2019. – Vol. 14, № 1. – P. 189.

17. Berg, E. Interest of anatomical segmentectomy over lobectomy for lung cancer: a nationwide study / E. Berg, L. Madelaine, J.M. Baste [et al.] // *J. Thorac. Dis.* – 2021. – Vol. 13, № 6. – P. 3587-3596.
18. Berry, M.F. A model for morbidity after lung resection in octogenarians / M.F. Berry, M.W. Onaitis, B.C. Tong [et al.] // *European journal of cardio-thoracic surgery.* – 2011. – Vol. 39, № 6. – C. 989-994.
19. Berry, M.F. Role of segmentectomy for pulmonary metastases / M.F. Berry // *Annals of cardiothoracic surgery.* – 2014. – Vol. 3, № 2. – P. 176-182.
20. Brunelli, A. ERS/ESTS clinical guidelines on fitness for radical therapy in lung cancer patients (surgery and chemo-radiotherapy) / A. Brunelli, A. Charloux, C.T. Bolliger [et al.] // *European Respiratory Journal.* – 2009. – Vol. 34, № 1. – P. 17-41.
21. Brunelli, A. Physiologic evaluation of the patient with lung cancer being considered for resectional surgery: Diagnosis and management of lung cancer: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines / A. Brunelli, A.W. Kim, K.I. Berger [et al.] // *Chest.* – 2013. – Vol. 143, № 5. – P. e166S-e190S.
22. Brunelli, A. Predicted versus observed FEV1 and DLCO after major lung resection: a prospective evaluation at different postoperative periods / A. Brunelli, M. Refai, M. Salati [et al.] // *The Annals of thoracic surgery.* – 2007. – Vol. 83, № 3. – P. 1134-1139.
23. BTS guidelines: guidelines on the selection of patients with lung cancer for surgery / British Thoracic Society; Society of Cardiothoracic Surgeons of Great Britain and Ireland Working Party // *Thorax.* – 2001. – Vol. 56, № 2. – P. 89-108.
24. Cerfolio, R.J. One hundred planned robotic segmentectomies: early results, technical details, and preferred port placement / R.J. Cerfolio, C. Watson, D.J. Minnich [et al.] // *The Annals of Thoracic Surgery.* – 2016. – Vol. 101, № 3. – P. 1089-1096.
25. Charlson, M.E. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation / M.E. Charlson, P. Pompei,

K.L. Ales [et al.] // Journal of chronic diseases. – 1987. – Vol. 40, № 5. – P. 373-383.

26. Chen, L. Pulmonary function changes after thoracoscopic lobectomy versus intentional thoracoscopic segmentectomy for early-stage non-small cell lung cancer / L. Chen, Z. Gu, B. Lin [et al.] // Translational lung cancer research. – 2021. – Vol. 10, № 11. – P. 4141-4151.
27. Chen, Y. Three-dimensional printing technology for localised thoracoscopic segmental resection for lung cancer: a quasi-randomised clinical trial / Y. Chen, J. Zhang, Q. Chen [et al.] // World Journal of Surgical Oncology. – 2020. – Vol. 18, № 1. – P. 223.
28. Churchill, E.D. Segmental pneumonectomy in bronchiectasis: the lingula segment of the left upper lobe / E.D. Churchill, R. Belsey // Annals of surgery. – 1939. – Vol. 109, № 4. – P. 481-499.
29. D'Amico, T.A. Efficacy of mediastinal lymph node dissection during lobectomy for lung cancer by thoracoscopy and thoracotomy / T.A. D'Amico, J. Niland, R. Mamet [et al.] // The Annals of thoracic surgery. – 2011. – Vol. 92, № 1. – P. 226-232.
30. de Groot, P.M. The epidemiology of lung cancer / P.M. de Groot, C.C. Wu, B.W. Carter, R.F. Munden // Translational lung cancer research. – 2018. – Vol. 7, № 3. – P. 220-223.
31. de Koning, H.J. Reduced lung-cancer mortality with volume CT screening in a randomized trial / H.J. de Koning, C.M. van der Aalst, P.A. de Jong [et al.] // New England journal of medicine. – 2020. – Vol. 382, № 6. – P. 503-513.
32. De Leyn, P. European trends in preoperative and intraoperative nodal staging: ESTS guidelines / P. De Leyn, D. Lardinois, P. Van Schil [et al.] // Journal of thoracic oncology. – 2007. – Vol. 2, № 4. – P. 357-361.
33. Demir, A. Robotic and video-assisted thoracic surgery lung segmentectomy for malignant and benign lesions / A. Demir, K. Ayalp, B. Ozkan [et al.] // Interactive cardiovascular and thoracic surgery. – 2015. – Vol. 20, № 3. – P. 304-309.

34. Deng, B. Clinical outcomes and changes in lung function after segmentectomy versus lobectomy for lung cancer cases / B. Deng, S.D. Cassivi, M. de Andrade [et al.] // The Journal of thoracic and cardiovascular surgery. – 2014. – Vol. 148, № 4. – P. 1186-1192.e3.
35. Ettinger, D.S. Non–small cell lung cancer, version 5.2017, NCCN clinical practice guidelines in oncology / D.S. Ettinger, D.E. Wood, D.L. Aisner [et al.] // Journal of the National Comprehensive Cancer Network. – 2017. – Vol. 15, № 4. – P. 504-535.
36. Ferguson, M.K. Predicted postoperative lung function is associated with all-cause long-term mortality after major lung resection for cancer / M.K. Ferguson, S. Watson, E. Johnson [et al.] // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2014. – Vol. 45, № 4. – P. 660-664.
37. Fishman, A. A randomized trial comparing lung-volume-reduction surgery with medical therapy for severe emphysema / A. Fishman, F. Martinez, K. Naunheim [et al.] // N. Engl. J. Med. – 2003. – Vol. 348, № 21. – P. 2059-2073.
38. Fu, H. The arterial-ligation-alone method for identifying the intersegmental plane during thoracoscopic anatomic segmentectomy / H. Fu, Z. Feng, M. Li [et al.] // Journal of Thoracic Disease. – 2020. – Vol. 12, № 5. – P. 2343-2351.
39. Ginsberg, R.J. Randomized trial of lobectomy versus limited resection for T1 N0 non-small cell lung cancer. Lung Cancer Study Group / R.J. Ginsberg, L.V. Rubinstein // Ann. Thorac. Surg. – 1995. – Vol. 60, № 3. – P. 615-622; discussion 622-623.
40. Goldstraw, P. The IASLC lung cancer staging project: proposals for revision of the TNM stage groupings in the forthcoming (eighth) edition of the TNM classification for lung cancer / P. Goldstraw, K. Chansky, J. Crowley [et al.] // Journal of Thoracic Oncology. – 2016. – Vol. 11, № 1. – P. 39-51.
41. Gu, Z. Pulmonary function changes after different extent of pulmonary resection under video-assisted thoracic surgery / Z. Gu, H. Wang, T. Mao [et al.] // Journal of thoracic disease. – 2018. – Vol. 10, № 4. – P. 2331-2337.

42. Handa, Y. Complex segmentectomy in the treatment of stage IA non-small-cell lung cancer / Y. Handa, Y. Tsutani, T. Mimae [et al.] // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2020. – Vol. 57, № 1. – P. 114-121.
43. Higashiyama, M. Pulmonary metastasectomy: outcomes and issues according to the type of surgical resection / M. Higashiyama, T. Tokunaga, T. Nakagiri [et al.] // General thoracic and cardiovascular surgery. – 2015. – Vol. 63, № 6. – P. 320-330.
44. Hu, W. Three-dimensional computed tomography angiography and bronchography combined with three-dimensional printing for thoracoscopic pulmonary segmentectomy in stage IA non-small cell lung cancer / W. Hu, K. Zhang, X. Han [et al.] // Journal of Thoracic Disease. – 2021. – Vol. 13, № 2. – P. 1187-1195.
45. Huang, W. Lymph node dissection in small-sized pulmonary metastasectomy: Impact on the long-term survival / W. Huang, H.Y. Deng, Z. Liu [et al.] // Asian Journal of Surgery. – 2024. – Vol. 47, № 9. – P. 3899-3904.
46. Hwang, Y. Comparison of thoracoscopic segmentectomy and thoracoscopic lobectomy on the patients with non-small cell lung cancer: a propensity score matching study / Y. Hwang, C.H. Kang, H.S. Kim [et al.] // European journal of cardio-thoracic surgery. – 2015. – Vol. 48, № 2. – P. 273-278.
47. Iguchi, T. Short hookwire placement under imaging guidance before thoracic surgery: A review / T. Iguchi, T. Hiraki, Y. Matsui [et al.] // Diagn. Interv. Imaging. – 2018. – Vol. 99, № 10. – P. 591-597.
48. Ijsseldijk, M.A. Oncological outcomes of lobar resection, segmentectomy, and wedge resection for T1a non–small-cell lung carcinoma: a systematic review and meta-analysis / M.A. Ijsseldijk, M. Shoni, C. Siegert [et al.] // Seminars in thoracic and cardiovascular surgery. – WB Saunders, 2020. – Vol. 32, № 3. – P. 582-590.
49. Ivanovic, J. Evaluating the reliability and reproducibility of the Ottawa Thoracic Morbidity and Mortality classification system / J. Ivanovic, A. Al-Hussaini, D. Al-Shehab [et al.] // The Annals of thoracic surgery. – 2011. – Vol. 91, № 2. – P. 387-393.

50. Iwata, H. Surgical technique of lung segmental resection with two intersegmental planes / H. Iwata, K. Shirahashi, Y. Mizuno [et al.] // Interactive cardiovascular and thoracic surgery. – 2013. – Vol. 16, № 4. – P. 423-425.
51. Kamigaichi, A. Comparing segmentectomy and lobectomy for clinical stage IA solid-dominant lung cancer measuring 2.1 to 3 cm / A. Kamigaichi, Y. Tsutani, A. Kagimoto [et al.] // Clinical lung cancer. – 2020. – Vol. 21, № 6. – P. e528-e538.
52. Kamiyoshihara, M. Convenient and improved method to distinguish the intersegmental plane in pulmonary segmentectomy using a butterfly needle / M. Kamiyoshihara, S. Kakegawa, Y. Morishita // Ann. Thorac. Surg. – 2007. – Vol. 83, № 5. – P. 1913-1914.
53. Kamiyoshihara, M. The surgical treatment of metastatic tumors in the lung: is lobectomy with mediastinal lymph node dissection suitable treatment? / M. Kamiyoshihara, T. Hirai, O. Kawashima [et al.] // Oncology reports. – 1998. – Vol. 5, № 2. – P. 453-457.
54. Kang, M.W. Surgical treatment for multidrug-resistant and extensive drug-resistant tuberculosis / M.W. Kang, H.K. Kim, Y.S. Choi [et al.] // The Annals of thoracic surgery. – 2010. – Vol. 89, № 5. – P. 1597-1602.
55. Karenovics, W. How to decrease technical obstacles to difficult video-assisted thoracoscopic surgery segmentectomy? / W. Karenovics, M. Gonzalez // Journal of thoracic disease. – 2019. – Vol. 11, № 1. – P. 53-56.
56. Kashiwabara, K. Relationship between functional preservation after segmentectomy and volume-reduction effects after lobectomy in stage I non-small cell lung cancer patients with emphysema / K. Kashiwabara, J. Sasaki, T. Mori [et al.] // Journal of thoracic oncology. – 2009. – Vol. 4, № 9. – P. 1111-1116.
57. Keenan, R.J. Segmental resection spares pulmonary function in patients with stage I lung cancer / R.J. Keenan, R.J. Landreneau, R.H. Maley [et al.] // The Annals of thoracic surgery. – 2004. – Vol. 78, № 1. – P. 228-233.

58. Kilic, A. Anatomic segmentectomy for stage I non-small cell lung cancer in the elderly / A. Kilic, M.J. Schuchert, B.L. Pettiford [et al.] // The Annals of thoracic surgery. – 2009. – Vol. 87, № 6. – P. 1662-1668.
59. Kim, S.J. Changes in pulmonary function in lung cancer patients after video-assisted thoracic surgery / S.J. Kim, Y.J. Lee, J.S. Park [et al.] // The Annals of thoracic surgery. – 2015. – Vol. 99, № 1. – P. 210-217.
60. Kim, S.J. Factors associated with preserved pulmonary function in non-small-cell lung cancer patients after video-assisted thoracic surgery / S.J. Kim, S. Ahn, Y.J. Lee [et al.] // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2016. – Vol. 49, № 4. – P. 1084-1090.
61. Korst, R.J. Lobectomy improves ventilatory function in selected patients with severe COPD / R.J. Korst, R.J. Ginsberg, M. Ailawadi [et al.]// The Annals of thoracic surgery. – 1998. – Vol. 66, № 3. – P. 898-902.
62. Kudriashov, G. Minimally-invasive segmentectomy for pulmonary tuberculosis: single center experience / G. Kudriashov, M. Mortada, A. Avetisyan [et al.] // Video-Assisted Thoracic Surgery. – 2020. – Vol. 5. – P. 1-8.
63. Landreneau, R.J. Postoperative pain-related morbidity: video-assisted thoracic surgery versus thoracotomy / R.J. Landreneau, S.R. Hazelrigg, M.J. Mack [et al.] // The Annals of thoracic surgery. – 1993. – Vol. 56, № 6. – P. 1285-1289.
64. Landreneau, R.J. Recurrence and survival outcomes after anatomic segmentectomy versus lobectomy for clinical stage I non–small-cell lung cancer: a propensity-matched analysis / R.J. Landreneau, D.P. Normolle, N.A. Christie [et al.] // Journal of clinical oncology. – 2014. – Vol. 32, № 23. – P. 2449-2455.
65. Lau, K.K. Lung cancer surgery in the breathless patient—the benefits of avoiding the gold standard / K.K. Lau, A.E. Martin-Ucar, A. Nakas [et al.] // European journal of cardio-thoracic surgery. – 2010. – Vol. 38, № 1. – P. 6-13.
66. Leshnower, B.G. Video-assisted thoracoscopic surgery segmentectomy: a safe and effective procedure / B.G. Leshnower, D.L. Miller, F.G. Fernandez [et al.] // The Annals of thoracic surgery. – 2010. – Vol. 89, № 5. – P. 1571-1576.

67. Lim, E. Guidelines on the radical management of patients with lung cancer / E. Lim, D. Baldwin, M. Beckles [et al.] // Thorax. – 2010. – Vol. 65, Suppl. 3. – P. iii1-iii27.
68. Lim, T.Y. A Meta-Analysis Comparing Lobectomy versus Segmentectomy in Stage I Non-Small Cell Lung Cancer / T.Y. Lim, S. Park, C.H. Kang // Korean J. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2019. – Vol. 52, № 4. – P. 195-204.
69. Lin, B. Should resection extent be decided by total lesion size or solid component size in ground glass opacity-containing lung adenocarcinomas? / B. Lin, R. Wang, L. Chen [et al.] // Translational lung cancer research. – 2021. – Vol. 10, № 6. – P. 2487-2499.
70. Lin, C.W. Computed tomography-guided dual localization with microcoil and patent blue vital dye for deep-seated pulmonary nodules in thoracoscopic surgery / C.W. Lin, H.J. Ko, S.M. Yang [et al.] // J. Formos Med. Assoc. – 2019. – Vol. 118, № 6. – P. 979-985.
71. Liu, H.P. Thoracoscopic-assisted lobectomy: preliminary experience and results / H.P. Liu, C.H. Chang, P.J. Lin [et al.] // Chest. – 1995. – Vol. 107, № 3. – P. 853-855.
72. Liu, Z. Near-infrared intraoperative imaging with indocyanine green is beneficial in video-assisted thoracoscopic segmentectomy for patients with chronic lung diseases: a retrospective single-center propensity-score matched analysis / Z. Liu, R. Yang, H. Cao // Journal of Cardiothoracic Surgery. – 2020. – Vol. 15. – P. 303.
73. Macke, R.A. Parenchymal preserving anatomic resections result in less pulmonary function loss in patients with Stage I non-small cell lung cancer / R.A. Macke, M.J. Schuchert, D.D. Odell [et al.] // Journal of cardiothoracic surgery. – 2015. – Vol. 10, № 49. – P. 1-7.
74. Martin-Ucar, A.E. A case-matched study of anatomical segmentectomy versus lobectomy for stage I lung cancer in high-risk patients / A.E. Martin-Ucar, A. Nakas, J.E. Pilling [et al.] // Eur. J. Cardiothorac. Surg. – 2005. – Vol. 27, № 4. – P. 675-679.

75. Misaki, N. New clinically applicable method for visualizing adjacent lung segments using an infrared thoracoscopy system / N. Misaki, S.S. Chang, H. Igai [et al.] // The Journal of thoracic and cardiovascular surgery. – 2010. – Vol. 140, № 4. – P. 752-756.
76. Mitchell, J.D. Thoracoscopic lobectomy and segmentectomy for infectious lung disease / J.D. Mitchell, J.A. Yu, A. Bishop [et al.] // The Annals of thoracic surgery. – 2012. – Vol. 93, № 4. – P. 1033-1040.
77. Nagashima, T. An analysis of variations in the bronchovascular pattern of the right upper lobe using three-dimensional CT angiography and bronchography / T. Nagashima, K. Shimizu, Y. Ohtaki [et al.] // General thoracic and cardiovascular surgery. – 2015. – Vol. 63, № 6. – P. 354-360.
78. Nakata, M. Pulmonary function after lobectomy: video-assisted thoracic surgery versus thoracotomy / M. Nakata, H. Saeki, N. Yokoyama [et al.] // The Annals of thoracic surgery. – 2000. – Vol. 70, № 3. – P. 938-941.
79. Nomori, H. Differences in postoperative changes in pulmonary functions following segmentectomy compared with lobectomy / H. Nomori, A. Shiraishi, Y. Cong [et al.] // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2018. – Vol. 53, № 3. – P. 640-647.
80. Nomori, H. Illustrated anatomical segmentectomy for lung cancer / H. Nomori, M. Okada. – Springer Science & Business Media, 2012. – 260 p.
81. Nomori, H. What is the advantage of a thoracoscopic lobectomy over a limited thoracotomy procedure for lung cancer surgery? / H. Nomori, H. Horio, T. Naruke [et al.] // The Annals of thoracic surgery. – 2001. – Vol. 72, № 3. – P. 879-884.
82. Non Small Cell Lung Cancer / NCCN Guidelines, Version 2.2023. – URL: <https://www.nccn.org/guidelines/guidelines-detail?category=1&id=1450>. [(accessed on 13 April 2023)].
83. Oh, S. New technique for lung segmentectomy using indocyanine green injection / S. Oh, K. Suzuki, Y. Miyasaka [et al.] // Ann. Thorac. Surg. – 2013. – Vol. 95, № 6. – P. 2188-2190.

84. Oizumi, H. Techniques to define segmental anatomy during segmentectomy / H. Oizumi, H. Kato, M. Endoh [et al.] // Annals of cardiothoracic surgery. – 2014. – Vol. 3, № 2. – P. 170-175.
85. Okada, M. A novel video-assisted anatomic segmentectomy technique: selective segmental inflation via bronchofiberoptic jet followed by cautery cutting / M. Okada, T. Mimura, J. Ikegaki [et al.] // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2007. – Vol. 133, № 3. – P. 753-758.
86. Okada, M. Radical sublobar resection for small-sized non–small cell lung cancer: a multicenter study / M. Okada, T. Koike, M. Higashiyama [et al.] // The Journal of thoracic and cardiovascular surgery. – 2006. – Vol. 132, № 4. – P. 769-775.
87. Onodera, K. Comparison of various lung intersegmental plane identification methods / K. Onodera, J. Suzuki, T. Miyoshi [et al.] // General Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2023. – Vol. 71, № 2. – P. 90-97.
88. Otsuka, T. Extremely rare but potential complication of diffuse brain edema due to air embolism during lung segmentectomy with selected segmental inflation technique by syringe needle during video-assisted thoracoscopic surgery / T. Otsuka, Y. Nakamura, A. Harada, M. Sato // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2011. – Vol. 142, № 5. – P. e151-2.
89. Owonikoko, T.K. Lung cancer in elderly patients: an analysis of the surveillance, epidemiology, and end results database / T.K. Owonikoko, C.C. Ragin, C.P. Belani [et al.] // Journal of clinical oncology. – 2007. – Vol. 25, № 35. – P. 5570-5577.
90. Palma, D.A. Stage I non-small cell lung cancer (NSCLC) in patients aged 75 years and older: does age determine survival after radical treatment? / D.A. Palma, S. Tyldesley, F. Sheehan [et al.] // Journal of Thoracic Oncology. – 2010. – Vol. 5, № 6. – P. 818-824.
91. Peeters, M. The use of intravenous indocyanine green in minimally invasive segmental lung resections: a systematic review / M. Peeters, Y. Jansen, J.H.T. Daemen [et al.] // Translational Lung Cancer Research. – 2024. – Vol. 13, № 3. – P. 612-622.

92. Peters, R.M. The role of limited resection in carcinoma of the lung / R.M. Peters // The American Journal of Surgery. – 1982. – Vol. 143, № 6. – P. 706-710.
93. Pischik, V.G. Risk factors and outcomes of prolonged air leak after pulmonary resections / V.G. Pischik, O.S. Maslak, A.D. Obornev [et al.] // Indian J. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2019. – Vol. 35, № 4. – P. 564-568.
94. Qiu, B. Three-dimensional reconstruction/personalized three-dimensional printed model for thoracoscopic anatomical partial-lobectomy in stage I lung cancer: a retrospective study / B. Qiu, Y. Ji, H. He [et al.] // Transl. Lung. Cancer Res. – 2020. – Vol. 9, № 4. – P. 1235-1246.
95. Rusch, V.W. The IASLC lung cancer staging project: a proposal for a new international lymph node map in the forthcoming seventh edition of the TNM classification for lung cancer / V.W. Rusch, H. Asamura, H. Watanabe [et al.] // Journal of thoracic oncology. – 2009. – Vol. 4, № 5. – P. 568-577.
96. Saito, H. Pulmonary function after lobectomy versus segmentectomy in patients with stage I non-small cell lung cancer / H. Saito, T. Nakagawa, M. Ito [et al.] // World journal of surgery. – 2014. – Vol. 38, № 8. – P. 2025-2031.
97. Saji, H. Segmentectomy versus lobectomy in small-sized peripheral non-small-cell lung cancer (JCOG0802/WJOG4607L): a multicentre, open-label, phase 3, randomised, controlled, non-inferiority trial / H. Saji, M. Okada, M. Tsuboi [et al.] // The Lancet. – 2022. – Vol. 399, № 10335. – P. 1607-1617.
98. Sato, M. Concepts and techniques: how to determine and identify the appropriate target segment in anatomical pulmonary segmentectomy? / M. Sato, T. Murayama, J. Nakajima // Journal of thoracic disease. – 2019. – Vol. 11, № 3. – P. 972-986.
99. Sawabata, N. Japanese Lung Cancer Registry Study: first prospective enrollment of a large number of surgical and nonsurgical cases in 2002 / N. Sawabata, H. Asamura, T. Goya [et al.] // Journal of Thoracic Oncology. – 2010. – Vol. 5, № 9. – P. 1369-1375.
100. Schuchert, M. Anatomic segmentectomy in the treatment of stage I non-small cell lung cancer / M. Schuchert, B. Pettiford, S. Keeley [et al.] // The Annals of Thoracic Surgery. – 2007. – Vol. 84, № 3. – P. 926-932.

101. Shapiro, M. Thoracoscopic segmentectomy compares favorably with thoracoscopic lobectomy for patients with small stage I lung cancer / M. Shapiro, T.S. Weiser, J.P. Wisnivesky [et al.] // The Journal of thoracic and cardiovascular surgery. – 2009. – Vol. 137, № 6. – P. 1388-1393.
102. Shimizu, K. Analysis of the variation pattern in right upper pulmonary veins and establishment of simplified vein models for anatomical segmentectomy / K. Shimizu, T. Nagashima, Y. Ohtaki [et al.] // General Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2016. – Vol. 64, № 10. – P. 604-611.
103. Shin, S. Longitudinal changes in pulmonary function and patient-reported outcomes after lung cancer surgery / S. Shin, S. Kong, D. Kang [et al.] // Respiratory research. – 2022. – Vol. 23, № 1. – P. 224.
104. Shiraishi, Y. Surgical treatment of nontuberculous mycobacterial lung disease / Y. Shiraishi // General thoracic and cardiovascular surgery. – 2014. – Vol. 62, № 8. – P. 475-480.
105. Speich, R. Anaphylactoid reactions after indocyanine-green administration / R. Speich, B. Saesseli, U. Hoffmann [et al.] // Ann. Intern. Med. – 1988. – Vol. 109, № 4. – P. 345-346.
106. Stamatis, G. Perioperative course and quality of life in a prospective randomized multicenter phase III trial, comparing standard lobectomy versus anatomical segmentectomy in patients with non-small cell lung cancer up to 2 cm, stage IA (7th edition of TNM staging system) / G. Stamatis, G. Leschber, B. Schwarz [et al.] // Lung Cancer. – 2019. – Vol. 138. – P. 19-26.
107. Sugimoto, S. A novel technique for identification of the lung intersegmental plane using dye injection into the segmental pulmonary artery / S. Sugimoto, T. Oto, K. Miyoshi, S. Miyoshi // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2011. – Vol. 141, № 5. – P. 1325-1327.
108. Suzuki, H. Does segmentectomy really preserve the pulmonary function better than lobectomy for patients with early-stage lung cancer? / H. Suzuki, J. Morimoto, T. Mizobuchi [et al.] // Surgery today. – 2017. – Vol. 47, № 4. – P. 463-469.

109. Suzuki, K. A prospective radiological study of thin-section computed tomography to predict pathological noninvasiveness in peripheral clinical IA lung cancer (Japan Clinical Oncology Group 0201) / K. Suzuki, T. Koike, T. Asakawa [et al.] // Journal of thoracic oncology. – 2011. – Vol. 6, № 4. – P. 751-756.
110. Takahashi, Y. Airway administration of dexamethasone, 3'-5'-cyclic adenosine monophosphate, and isobutylmethylxanthine facilitates compensatory lung growth in adult mice / Y. Takahashi, Y. Izumi, M. Kohno [et al.] // American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology. – 2011. – Vol. 300, № 3. – P. L453-L461.
111. Takahashi, Y. Thyroid transcription factor-1 influences the early phase of compensatory lung growth in adult mice / Y. Takahashi, Y. Izumi, M. Kohno [et al.] // American journal of respiratory and critical care medicine. – 2010. – Vol. 181, № 12. – P. 1397-1406.
112. Takizawa, T. Pulmonary function after segmentectomy for small peripheral carcinoma of the lung / T. Takizawa, M. Haga, N. Yagi [et al.] // The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 1999. – Vol. 118, № 3. – P. 536-541.
113. Tane, S. Evaluation of the residual lung function after thoracoscopic segmentectomy compared with lobectomy / S. Tane, W. Nishio, Y. Nishioka [et al.] // The Annals of Thoracic Surgery. – 2019. – Vol. 108, № 5. – P. 1543-1550.
114. Tao, H. Influence of intersegmental plane size and segment division methods on preserved lung volume and function after pulmonary segmentectomy / H. Tao, M. Hayashi, M. Furukawa [et al.] // General Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2019. – Vol. 67, № 2. – P. 234-238.
115. Tao, H. Influence of stapling the intersegmental planes on lung volume and function after segmentectomy / H. Tao, T. Tanaka, T. Hayashi [et al.] // Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery. – 2016. – Vol. 23, № 4. – P. 548-552.
116. Tarumi, S. Clinical trial of video-assisted thoracoscopic segmentectomy using infrared thoracoscopy with indocyanine green / S. Tarumi, N. Misaki, Y. Kasai

- [et al.] // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2014. – Vol. 46, № 1. – P. 112-115.
117. Travis, W.D. International association for the study of lung cancer/american thoracic society/european respiratory society international multidisciplinary classification of lung adenocarcinoma / W.D. Travis, E. Brambilla, M. Noguchi [et al.] // Journal of thoracic oncology. – 2011. – Vol. 6, № 2. – P. 244-285.
118. Travis, W.D. The IASLC lung cancer staging project: proposals for coding T categories for subsolid nodules and assessment of tumor size in part-solid tumors in the forthcoming eighth edition of the TNM classification of lung cancer / W.D. Travis, H. Asamura, A.A. Bankier [et al.] // Journal of Thoracic Oncology. – 2016. – Vol. 11, № 8. – P. 1204-1223.
119. Tsutani, Y. Wedge resection versus segmentectomy in patients with stage I non-small-cell lung cancer unfit for lobectomy / Y. Tsutani, A. Kagimoto, Y. Handa [et al.] // Jpn J. Clin. Oncol. – 2019. – Vol. 49, № 12. – P. 1134-1142.
120. Wang, C. Identifying lung cancer patients suitable for segmentectomy: a brief review / C. Wang, S. Wu, R. Zhang [et al.] // Frontiers in Surgery. – 2021. – Vol. 8. – P. 637441.
121. Wang, X. Application of three-dimensional (3D) reconstruction in the treatment of video-assisted thoracoscopic complex segmentectomy of the lower lung lobe: A retrospective study / X. Wang, Q. Wang, X. Zhang [et al.] // Front. Surg. – 2022. – Vol. 9. – P. 968199.
122. Wang, X. Pulmonary function after segmentectomy versus lobectomy in patients with early-stage non-small-cell lung cancer: a meta-analysis / X. Wang, H. Guo, Q. Hu [et al.] // Journal of International Medical Research. – 2021. – Vol. 49, № 9. – P. 3000605211044204.
123. Wen, J. Application of three dimensional reconstruction technique in selection of incision of thoracic surgical operation with robot / J. Wen, X. Hou, X. Chu [et al.] // International journal of clinical and experimental medicine. – 2015. – Vol. 8, № 10. – P. 17818-17823.

124. Whitson, B.A. Survival after lobectomy versus segmentectomy for stage I non-small cell lung cancer: a population-based analysis / B.A. Whitson, S.S. Groth, R.S. Andrade [et al.] // The Annals of thoracic surgery. – 2011. – Vol. 92, № 6. – P. 1943-1950.
125. Winckelmans, T. Segmentectomy or lobectomy for early-stage non-small-cell lung cancer: a systematic review and meta-analysis / T. Winckelmans, H. Decaluwé, P. De Leyn, D. Van Raemdonck // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2020. – Vol. 57, № 6. – P. 1051-1060.
126. Wu, X. Comparison of Perioperative Outcomes Between Precise and Routine Segmentectomy for Patients With Early-Stage Lung Cancer Presenting as Ground-Glass Opacities: A Propensity Score-Matched Study / X. Wu, T. Li, C. Zhang [et al.] // Front Oncol. – 2021. – Vol. 11. – P. 661821.
127. Xue, L. Preoperative 3-dimensional computed tomography lung simulation before video-assisted thoracoscopic anatomic segmentectomy for ground glass opacity in lung / L. Xue, H. Fan, W. Shi [et al.] // J. Thorac. Dis. – 2018. – Vol. 10, № 12. – P. 6598-6605.
128. Yamashita, S. Clinical impact of segmentectomy compared with lobectomy under complete video-assisted thoracic surgery in the treatment of stage I non-small cell lung cancer / S. Yamashita, M. Chujo, Y. Kawano [et al.] // Journal of Surgical Research. – 2011. – Vol. 166, № 1. – P. 46-51.
129. Yan, T.D. Video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy at 20 years: a consensus statement / T.D. Yan, C. Cao, T.A. D'Amico [et al.] // European journal of cardio-thoracic surgery. – 2014. – Vol. 45, № 4. – P. 633-639.
130. Yotsukura, M. Indocyanine green imaging for pulmonary segmentectomy / M. Yotsukura, Y. Okubo, Y. Yoshida [et al.] // JTCVS techniques. – 2021. – Vol. 6. – P. 151-158.
131. Zeiher, B.G. Predicting postoperative pulmonary function in patients undergoing lung resection / B.G. Zeiher, T.J. Gross, J.A. Kern [et al.] // Chest. – 1995. – Vol. 108, № 1. – P. 68-72.

132. Zhang, L. Comparative study of the anatomic segmentectomy versus lobectomy for clinical stage IA peripheral lung cancer by video assistant thoracoscopic surgery / L. Zhang, W. Ma, Y. Li [et al.] // Journal of Cancer Research and Therapeutics. – 2013. – Vol. 9, Suppl. 2. – P. S106-S109.
133. Zhang, M. Analysis of the variation pattern in left upper division veins and establishment of simplified vein models for anatomical segmentectomy / M. Zhang, N. Mao, K. Zhang [et al.] // Annals of Translational Medicine. – 2020. – Vol. 8, № 22. – P. 1515.
134. Zhang, M. Preoperative 3D-CT bronchography and angiography facilitates single-direction uniportal thoracoscopic anatomic lobectomy / M. Zhang, D. Liu, W. Wu [et al.] // Ann. Transl. Med. – 2019. – Vol. 20, № 7. – P. 526.
135. Zhang, Y. Effects of VATS Lobectomy, VATS Anatomic Segmentectomy, and Open Thoracotomy on Pulmonary Function of Patients with Non-small Cell Lung Cancer / Y. Zhang, Y. Gao // Zhongguo Fei Ai Za Zhi. – 2016. – Vol. 19, № 10. – P. 700-704.
136. Zhang, Y. Meta-analysis of lobectomy, segmentectomy, and wedge resection for stage I non-small cell lung cancer / Y. Zhang, Y. Sun, R. Wang [et al.] // Journal of surgical oncology. – 2015. – Vol. 111, № 3. – P. 334-340.
137. Zhang, Z. Is video-assisted thoracic surgery lobectomy better than thoracotomy for early-stage non-small-cell lung cancer? A systematic review and meta-analysis / Z. Zhang, Y. Zhang, H. Feng [et al.] // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2013. – Vol. 44, № 3. – P. 407-414.
138. Zhang, Z. Methylene blue staining: a new technique for identifying intersegmental planes in anatomic segmentectomy / Z. Zhang, Y. Liao, B. Ai, C. Liu // Ann. Thorac. Surg. – 2015. – Vol. 99, № 1. – P. 238-242.
139. Zhu, X. Utility of preoperative three-dimensional CT bronchography and angiography in uniportal video-assisted thoracoscopic anatomical lobectomy: a retrospective propensity score-matched analysis / X. Zhu, F.R. Yao, C. Xu [et al.] // Annals of Translational Medicine. – 2021. – Vol. 9, № 6. – P. 480.