

Уральский научно–исследовательский институт фтизиопульмонологии –
филиал Федерального государственного бюджетного учреждения
«Национальный медицинский исследовательский центр фтизиопульмонологии
и инфекционных заболеваний» Министерства здравоохранения Российской
Федерации

На правах рукописи

Дьячков Илья Андреевич

**ПРЕЦИЗИОННЫЕ РЕЗЕКЦИИ ЛЕГКИХ ПРИ ТУБЕРКУЛЕМАХ С
ПРИМЕНЕНИЕМ ND:YAG ЛАЗЕРА С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 1318 НМ**

3.1.9 – Хирургия

Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
Мотус Игорь Яковлевич
доктор медицинских наук

Екатеринбург, 2023

Оглавление

| | |
|---|----|
| Введение | 4 |
| Глава 1. Хирургический этап в комплексном лечении туберкулем легких: эволюция оперативного приема (обзор литературы) | 14 |
| 1.1. Общая эпидемиологическая ситуация по туберкулезу | 14 |
| 1.2. Хирургия туберкулеза: прошлое и перспективы | 15 |
| 1.3. Современная концепция хирургии туберкулем легких..... | 18 |
| 1.4. Принцип органосохраняющей хирургии туберкулем легких. | 20 |
| 1.5. История развития лазерных резекций легких при ограниченных образованиях | 21 |
| 1.6. Техническое обеспечение лазерных резекций легких при туберкулемах..... | 25 |
| 1.7. Резюме..... | 27 |
| Глава 2. Материалы и методы | 30 |
| 2.1. Дизайн работы | 30 |
| 2.2. Анестезиологическое пособие | 35 |
| 2.3. Оперативные вмешательства | 36 |
| 2.4. Оценка прецизионного эффекта лазерных резекций легких при туберкулемах | 39 |
| 2.5. Послеоперационное ведение пациентов (в стационаре) | 40 |
| 2.6. Оценка клинического эффекта оперативного вмешательства (диспансерный этап) | 42 |
| 2.7. Статистическая обработка материала | 43 |
| Глава 3. Особенности хирургической тактики и непосредственные результаты резекций легких при туберкулемах..... | 45 |
| 3.1. Особенности отбора пациентов на оперативное лечение с применением хирургического лазера при туберкулемах легких | 45 |
| 3.2. Результаты лазерных резекций легких при туберкулемах..... | 47 |
| 3.3. Результаты аппаратных резекций легких при туберкулемах..... | 55 |

| | |
|--|----|
| 3.4. Результаты сравнительного анализа прецизионного эффекта лазерных резекций легких при туберкулемах..... | 58 |
| 3.5. Результаты комбинированных резекций легких при туберкулемах. Анализ опыта..... | 62 |
| 3.6. Сравнительный анализ непосредственных результатов лазерных и аппаратных резекций легких при туберкулемах..... | 64 |
| 3.7. Резюме..... | 69 |
| Глава 4. Клинико-рентгенологические исходы лечения у пациентов основной и контрольной групп..... | 71 |
| 4.1. Отдаленные результаты лазерных резекций легких при туберкулемах..... | 71 |
| 4.2. Отдаленные результаты аппаратных резекций легких при туберкулемах.... | 76 |
| 4.3. Сравнительный анализ отдаленных результатов лечения пациентов основной и контрольной групп..... | 77 |
| 4.4. Резюме..... | 78 |
| Глава 5. Заключение..... | 79 |
| Выводы..... | 83 |
| Практические рекомендации..... | 83 |
| Список сокращений и условных обозначений..... | 84 |
| Список литературы..... | 85 |

Введение

Актуальность темы исследования

По оценке Всемирной организации здравоохранения (далее – ВОЗ), туберкулез по-прежнему представляет серьезную опасность для здоровья населения земного шара, поэтому не теряет своей актуальности глобальная стратегия ВОЗ по борьбе с туберкулезом, в соответствии с которой эпидемиологическую ситуацию во всех странах и регионах мира принято характеризовать с помощью многофакторного понятия «бремя туберкулеза». Начиная с конца 2000-х гг., в России ежегодно регистрируется постепенное снижение значений основных эпидемиологических показателей [17; 104; 176].

Эффективность лечения туберкулеза в Российской Федерации в целом оценивается положительно, но динамика излечиваемости существенно замедлилась. А из-за недостаточной эффективности противотуберкулезной химиотерапии у 20–35% больных возникают необратимые изменения, требующие обязательного применения хирургического этапа лечения [85], и, как следствие, вопрос о расширении показаний к оперативному лечению туберкулеза по-прежнему остается дискуссионным. В разное время о важности активной хирургической тактики говорили практически все корифеи отечественной школы фтизиохирургии [16; 45; 66; 78; 79].

При анализе литературы, посвященной применению хирургических методов лечения туберкулеза легких, отмечено, что в настоящее время в России из числа фтизиохирургических преобладают операции при ограниченных формах туберкулеза легких (далее – ОФТЛ), из которых подавляющее большинство составляют туберкулемы легких, и на 2017 г. данный показатель составил 76,5% [117].

В доступной нам периодической и методической литературе ОФТЛ рассматриваются как ограниченные в пределах доли казеозно-некротические

фокусы (туберкулемы, каверны, фиброзные каверны и другие), имеющие 2 основные модели этиопатогенеза. С одной стороны, ОФТЛ является исходом естественного благоприятного течения заболевания у пациентов с высоким уровнем противотуберкулезной защиты, а с другой, – результатом недостаточно эффективного консервативного лечения туберкулеза легких, в первую очередь – инфильтративного [13; 26; 27; 37; 116]. Принимая во внимание именно этот факт, официальные рекомендации указывают на возможность выполнения планового хирургического вмешательства при активном туберкулезе органов дыхания до завершения интенсивной фазы терапии [71; 72; 115; 153; 218]. Согласно методическим указаниям эффективные концентрации лекарственных веществ, подобранных с учетом данных о лекарственной чувствительности штаммов микобактерий туберкулеза (далее – МБТ) в сыворотке крови пациента, позволяют не только минимизировать риск реактивации туберкулезной процесса в раннем послеоперационном периоде, но и способствуют профилактике развития ЛУ–МТБ за счет ликвидации невосприимчивых к лечению очагов инфекции [83; 96; 193; 200; 215]. При этом необходимость их хирургического удаления обоснована анатомической необратимостью патологических изменений.

По классификации Ю.Н. Левашова и соавт. [38; 91], ОФТЛ относятся к первой хирургической стадии туберкулеза легких, при которой хирургическое вмешательство в подавляющем большинстве случаев сопровождается клинически незначимыми ограничениями функции внешнего дыхания и потому обладает высоким реабилитационным потенциалом [4; 11].

На сегодняшний день хирургические вмешательства при туберкулемах легких заключаются чаще всего в атипичной резекции с применением линейных сшивающих аппаратов (далее – аппаратные резекции, АР) [21; 156; 162; 199; 230]. Такие резекции составляют 61,3% от всех операций [117]. При очевидной простоте, малотравматичности и надежности (удовлетворительные гемо- и аэростаз) применение метода АР имеет существенный недостаток в

виде компрессионного раздавливания большого массива интактной ткани. Следовательно, в результате применения сшивающих аппаратов при ограниченных процессах в легком мы необоснованно и безвозвратно изменяем нормальную архитектуру остающейся части легкого за счет удаления большого массива интактной ткани, что, безусловно, необоснованно снижает резервный объем легочной ткани [5; 163; 165; 194; 195].

Альтернативной методикой является применение энерго-хирургических систем: диатермокоагуляции, аргоно-плазменной коагуляции, ультразвука или лазера, что обеспечивает прецизионность выполняемой резекции легкого с наименьшим повреждением архитектуры тканей легкого и максимальным соблюдением органосохраняющего принципа [42; 74; 97; 101; 118].

Следует подчеркнуть, что при туберкулезе часто встречается поражение нескольких долей одного легкого или двухстороннее поражение, следовательно, органосохраняющий принцип хирургического лечения здесь чрезвычайно важен. Однако не все энергетические хирургические системы отвечают предъявляемым требованиям надежности при манипуляции на тканях легкого. Согласно литературным данным, уникальные биофизические особенности излучения, генерируемого именно Nd:YAG–лазером с длиной волны 1318 нм, обеспечивают наиболее адекватные гемо- и аэростаз при резекции легкого.

Вместе с тем доказано, что Nd:YAG–лазер с длиной волны 1318 нм наилучшим образом влияет на процесс репаративной регенерации тканей паренхимы легкого по сравнению с другими альтернативными методиками [205; 206; 209]. Указанные достоинства в сочетании с абластичностью способствовали широкому распространению Nd:YAG–лазера с длиной волны 1318 нм в торакальной хирургии для лечения опухолей легких (первичных новообразований и метастазов) [141; 180; 181; 183; 226].

Вместе с тем данные литературы [52; 160; 177; 196; 212] и собственный начальный опыт дает нам основание полагать, что резекция легкого с

применением неодимового лазера с длиной волны 1318 нм, с одной стороны, является прецизионной и безопасной методикой хирургического лечения туберкулем легких, с другой, – позволяет предполагать в зоне резекции наличие асептического эффекта, который обусловлен образованием плотного коагуляционного струпа без признаков туберкулезных изменений в результате разогрева тканей до 900°C. Указанный факт может позволить улучшить отдаленные результаты хирургического лечения пациентов с туберкулезом легких [44]. В доступной нам литературе мы не встретили упоминаний о применении Nd:YAG лазера с длиной волны 1318 нм при туберкулемах легких.

Все вышесказанное определяет актуальность обсуждаемой проблемы, цель и задачи данной работы.

Степень разработанности темы исследования

В отечественной хирургии накоплен опыт применения прецизионных хирургических методик лечения туберкулеза легких [19, 40; 51; 76; 120]. Изучение вопроса началось с попыток применения высокочастотных электрохирургических устройств [86; 95; 114; 211; 214]. Было доказано, что прецизионные резекции с применением электрокоагуляции небезопасны и трудоемки – качество гемо- и аэростаза требовало дополнительных методик герметизации шва легкого, в том числе отдельной обработки сегментарных сосудов и бронхов диаметром более 1 мм. При биполярной коагуляции качество аэростаза было несколько выше, но гемостаз был почти всегда неустойчивый [20; 98; 99; 134]. Попытки применения хирургической плазмы выявили аналогичные проблемы [15; 55; 82; 102].

Неудовлетворительные результаты применения электрокоагуляции и плазмы побудили исследователей искать более безопасный метод прецизионной резекции легких. Наиболее перспективной была признана идея «лазерного скальпеля» [138; 189]. Использование углекислотного лазера

позволило повысить качество гемо- и аэростаза и обеспечить стерильность линии лазерной резекции легкого. Однако в ряде случаев надежность гемо- и аэростаза была неудовлетворительная и по-прежнему требовала применения дополнительных методик герметизации шва (сшивающие аппараты, коагуляция, биоклей) [30; 73; 75; 102; 110].

Дальнейшие исследования показали, что применение неодимовых лазеров при резекции легких в равной степени обеспечивают надежные гемо- и аэростаз и значительно расширяют показания к применению прецизионных резекций легких [29; 31; 33; 81; 113]. Однако имеющиеся данные немногочисленные и лишь демонстрируют безопасность лазерных резекций легких при различных формах туберкулеза с помощью Nd:YAG лазера с длиной волны 1064 нм. И, как следствие, особенности отбора и клиническая эффективность не изучались, дифференцированные показания не сформулированы [30; 47; 106].

Цель и задачи исследования

Цель –

разработка, обоснование и оценка эффективности прецизионных лазерных резекций легких при туберкулемах с применением Nd:YAG-лазера с длиной волны 1318 нм.

Задачи:

1. На основании симптомов, выявленных на мультиспиральной компьютерной томографии сформулировать критерии отбора, допускающие прецизионные резекции легких при туберкулемах с применением Nd:YAG лазера с длиной волны 1318 нм (лазерные резекции)

2. Провести сравнительный анализ характеристик резектатов легких при лазерных и аппаратных резекциях
3. Провести сравнительный анализ непосредственных и отдаленных результатов лазерных и аппаратных резекций легких при туберкулемах
4. На основании предложенных МСКТ-критериев отбора, данных сравнительного анализа прецизионности, непосредственных и отдаленных результатов лазерных резекций легких при туберкулемах оценить преимущества применения Nd:YAG-лазера в хирургическом лечении туберкулем и разработать алгоритм отбора пациентов на лазерные резекции.

Научная новизна исследования

1. В работе впервые сформулированы показания к прецизионным лазерным резекциям при туберкулемах легких на основе данных МСКТ.
2. Впервые доказано, что прецизионная резекция легкого при туберкулезе с применением Nd:YAG-лазера с длиной волны 1318 нм позволяет обеспечить удовлетворительные характеристики оперативного вмешательства и послеоперационного периода при максимальном соблюдении органосохраняющего принципа.
3. Впервые доказана клиническая эффективность прецизионных резекций легких при туберкулемах с применением Nd:YAG-лазера с длиной волны 1318 нм легких.

Практическая значимость исследования

1. Определены дифференцированные показания и противопоказания к применению лазерных резекций при туберкулемах легких.
2. С соблюдением разработанных показаний лазерные резекции являются методом выбора при туберкулемах легких с сопоставимой клинической

эффективностью, при том, что позволяет максимально сократить объем удаляемой интактной ткани легкого.

3. Лазерные резекции могут применяться при множественных туберкулемах, в том числе как компонент комбинированного вмешательства, в сочетании с другими видами резекций легких, что позволяет расширить возможности хирургических методов лечения туберкулеза.

Методология и методы исследования

В основу работы легла следующая гипотеза. При туберкулемах легких лазерные резекции (ЛР) являются операцией выбора, в случае если по данным МСКТ патологические фокусы локализованы в плащевой зоне легкого размером не более 4 см в своем максимальном измерении, при наличии очагов обсеменения в пределах пораженного сегмента, отсутствии перифокальной инфильтрации, спаек протяженностью не более сегмента при предполагаемой нетравматичности пневмолиза.

Исследование представляет собой открытое нерандомизированное исследование по типу «случай-контроль». В него включено 116 пациентов с туберкулемами легких, прооперированные в легочно-хирургической клинике Уральского НИИ фтизиопульмонологии (далее – УНИИФ) в период с июня 2013 г. по июнь 2019 г. Точка отсечения набора материала составила 3 года. Были сформированы 2 группы. Первая (основная, проспективная) группа состояла из 58 пациентов, которым были выполнены ЛР. Вторая (контрольная, ретроспективная) группа состояла также из 58 пациентов, которым были выполнены АР. Группы были сопоставимы по полу, антропометрическим данным, возрасту, сопутствующей патологии, длительности заболевания до оперативного лечения, сторонам оперативного вмешательства.

Методы исследования: клинический, рентгенологический, морфологический, статистический.

Положения диссертации, выносимые на защиту

1. Выбор оперативного вмешательства (лазерная или аппаратная резекция) основан на анализе данных МСКТ (размеры, локализация и обсеменение).
2. По основным характеристикам операции и послеоперационного периода прецизионные лазерные резекции сопоставимы с аппаратными резекциями, но при этом расширяют возможности хирургического лечения туберкулеза легких за счет максимального соблюдения органосохраняющего принципа, что также подтверждается результатами операций у больных с множественными туберкулемами.
3. Выполнение прецизионных резекций легких при туберкулемах с применением Nd:YAG-лазера с длиной волны 1318 нм позволяет добиться показателей излечения, аналогичных таковым после аппаратных резекций.

Степень достоверности исследования и апробация результатов

Высокая степень достоверности выполненной работы подтверждена результатами проведенной клинической апробации ЛР при туберкулемах легких. В ходе проведения диссертационного исследования был выполнен анализ актуальных литературных данных, использованы современные методики сбора и обработки информации с соблюдением принципов доказательной медицины, достоверные методы статистического анализа.

Автор лично осуществлял курацию больных на дооперационном этапе и в послеоперационном периоде. Им выполнено самостоятельно 29,3% (34/116) оперативных вмешательств, подобран клинический материал, выполнена аналитическая часть работы, проведена статистическая обработка полученных данных.

По теме диссертации опубликованы 10 работ, в том числе – 2 статьи в журналах, рекомендован ВАК по специальности 3.1.9. – Хирургия, получен 1 патент Российской Федерации на промышленный образец.

Результаты исследования обсуждены на II Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения» (Екатеринбург, 2016), V Конгрессе национальной ассоциации фтизиатров (Санкт-Петербург, 2016), Научно-практической конференции с всероссийским и международным участием «Современные технологии комплексной медицинской помощи больным туберкулезом и ВИЧ-инфекцией: реализация, развитие, резервы» (Екатеринбург, 2017), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Россия на пути ликвидации туберкулеза: реалии и перспективы», посвященной памяти академика РАМН М. И. Перельмана (Москва, 2019).

Проведена клиническая апробация методики. Протокол клинической апробации № 2018–18–2. В ходе апробации были доказаны клинические и фармакоэкономические преимущества, а именно: сделан вывод о том, что Применение ЛР при туберкулемах приводит к среднему снижению объема финансовых затрат на оказание медицинской помощи 1 пациенту на 8,4%. Описанная методика ЛР и алгоритм отбора пациентов на ЛР при туберкулемах внедрены в практическую, педагогическую и научно-исследовательскую деятельность УНИИФ – филиала ФГБУ «НМИЦ ФПИ» Минздрава России, а также включены в программы дополнительного профессионального образования специалистов по программам ординатуры по специальностям «Фтизиатрия» и «Торакальная хирургия» (раздел «Лечение туберкулеза») на кафедре фтизиатрии и пульмонологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Структура и объем диссертации

Содержание диссертации изложено на 112 страницах машинописного текста, она состоит из Введения, пяти глав, Выводов, Практических рекомендаций, Списка сокращений и Списка литературы.

Список литературы включает в себя 235 наименований научных работ отечественных и зарубежных авторов, 121 и 114 соответственно.

Работа иллюстрирована 16-ю таблицами и 23-мя рисунками.

Глава 1. Хирургический этап в комплексном лечении туберкулем легких: эволюция оперативного приема (обзор литературы)

1.1. Общая эпидемиологическая ситуация по туберкулезу

По оценке ВОЗ туберкулез до сих пор является одной из главных смертельных угроз для населения земного шара. В связи с этим была разработана и повсеместно внедрена глобальная стратегия ВОЗ по борьбе с туберкулезом, согласно которой национальную или региональную эпидемиологическую ситуацию принято характеризовать с помощью комплексного понятия «бремя туберкулеза». При этом показатели «высокое и наибольшее бремя туберкулеза» отражают негативное влияние туберкулезной инфекции на формирование социально-экономического профиля страны или региона [17; 104; 176]. Согласно анализу ВОЗ, около трети населения земного шара инфицирована МБТ и около 5–10% заболевают различными формами туберкулеза.

В России нынешняя эпидемиологическая ситуация по туберкулезу во многом обусловлена сменой общественно-политической формации в 1991 г. В результате сложившаяся ситуация отменилась не только резким снижением доступности и качества медицинской помощи, но и стремительным ростом заболеваемости туберкулезом, в том числе ЛУ–МБТ [43; 119; 131; 197]. Однако за последние годы эпидемическая обстановка по туберкулезу в Российской Федерации заметно улучшилась.

Несмотря на сохраняющуюся позитивную тенденцию эффективность лечения туберкулеза в Российской Федерации снижается, что обусловлено, в первую очередь, нарастанием числа ЛУ–МБТ. Главными причинами низкой результативности лечения впервые выявленных больных туберкулезом являются неадекватное применение противотуберкулезных препаратов [24; 223], неконтролируемое лечение [156], социальное неблагополучие пациентов

[54; 123], а также возросшая ЛУ-МБТ [18; 126; 130; 192; 184], особенно первичная, нарушение иммунитета, невозможность преодолеть побочные эффекты химиотерапии [6; 23; 25; 96; 228], недостаточное применение хирургических методов лечения [46; 80; 85; 93; 117].

Следовательно, вопрос о необходимости расширения показаний к оперативному лечению по-прежнему не теряет своей актуальности, а использование хирургического метода позволяет повысить эффективность лечения туберкулеза легких до 90–98% [84; 85; 93]. Тем не менее показатели оперативной активности при туберкулезе легких остаются невысокими [77; 113].

1.2. Хирургия туберкулеза: прошлое и перспективы

Хирургический этап комплексного лечения туберкулеза легких традиционно подразумевает под собой два основных типа оперативных вмешательств: резекционные и коллапсохирургические [2; 14; 39; 92; 108].

Коллапсохирургические вмешательства, являющиеся «зарей» применения хирургических методов лечения туберкулеза, не утратили своей значимости, хотя показания к ним сегодня не столь широки [28; 50; 80; 105; 149]. В частности, в 2001 г. в России был разработан и внедрен метод клапанной бронхоблокации (далее КББ) [Левин А. В. с соавт., 2005].

Резекционная хирургия туберкулеза легких, в свою очередь, стремительно эволюционировала. Первые успешные резекции легких были выполнены в конце XIX в. за рубежом и в начале XX в. в России [4; 10; 50; 65; 132].

Но результаты первых операций разочаровывали: отмечалась высокая частота реактиваций туберкулеза – до 6% случаев [56; 58; 146], летальность в первые 8 суток после операции – до 23% [8; 125], а смертность в пятилетний период наблюдения по данным разных авторов достигала 42% [8; 12; 58; 206].

По мере усовершенствования оперативной техники, появления новых антибактериальных препаратов эффективность лечения в 60–70-е гг. значительно повысилась. Другим важным достижением этого периода является доказательство противоэпидемического значения хирургического лечения распространенных форм туберкулеза легких [61; 94; 225; 231; 232]. Эффективность хирургического этапа лечения распространенного ФКТ достигла значений 75–85% [56; 58; 135; 146; 175].

Хирургия туберкулеза легких проделала долгий и трудный путь в своем развитии [8; 69; 70; 149]. Фундаментальный принцип, на котором возникла и сформировалась хирургия легочного туберкулеза, заключался в ликвидации анатомически необратимых изменений в легких [8; 12; 37; 38; 116]. Этот принцип актуален и в наши дни.

Современные достижения торакальной хирургии способствовали разработке и внедрению в практику фтизиатрии разнообразного арсенала высокоэффективных операций на легких и плевре у больных туберкулезом [9; 121; 187]. Это стало возможным не только благодаря совершенствованию оперативной техники, развитию анестезиологии и реаниматологии вкупе с рациональной антибактериальной терапией, но и накоплению фактологической базы для формирования научно обоснованного подхода к отбору больных, нуждающихся в хирургическом лечении, которое приобрело статус отдельного этапа комплексного лечения туберкулеза [12; 67; 68; 78]. Впоследствии была детально изучена роль периоперационных факторов, непосредственно влияющих на исход оперативного лечения [155, 164; 186]. Хирурги стали уделять внимание таким вопросам, как предоперационная подготовка, рациональный объем хирургического вмешательства, должное материально-техническое обеспечение операции, использование пневмоперитонеума в до- и послеоперационном периоде, активное ведение послеоперационного периода на фоне адекватного обезболивания [84; 93; 188].

Но благодаря успехам в разработке новых высокоэффективных противотуберкулезных препаратов хирургический этап перестает восприниматься как неотъемлемая часть комплексного лечения пациента с туберкулезом. А высокие показатели излечиваемости от неосложненных форм туберкулеза обуславливают общемировую тенденцию отказа от активной хирургической тактики, что впоследствии фиксируется в многочисленных документах ВОЗ [3; 17; 104; 143]. Страны Европы, Америки, Азии и Африки определили область применения хирургических методик как то: осложненные и прогностически неблагоприятные формы (мультирезистентный туберкулез и пульмонологические осложнения специфического процесса) [129; 137; 142; 191; 198]. В то же время отечественная школа фтизиохирургии продолжает следовать канонам, учитывающим характер морфологических изменений в легких, бронхах, плевре, лимфатических узлах [12; 37; 38].

Выделяют две основных группы показаний к оперативному лечению при туберкулезе: консервативная терапия, не приносящая стойкого клинко-рентгенологического эффекта, и послеоперационные осложнения ранее проведенного хирургического лечения [85; 145; 148; 151; 157]. Отдельно необходимо отметить диагностическую роль хирургии туберкулеза. В ряде случаев диагноз туберкулеза является случайной находкой, чаще при наличии лимфаденопатии внутригрудных лимфатических узлов, шаровидных образований и диффузных поражений легких. Бактериологическое исследование резектата легочной ткани позволяет уточнить спектр лекарственной резистентности штамма микобактерии туберкулеза [21; 109; 216; 219; 221].

Основной вид оперативного вмешательства при туберкулезе – резекция легкого [16; 85; 105; 111; 154]. При анализе литературы, посвященной применению хирургических методов лечения туберкулеза легких, отмечено, что в общей структуре фтизиохирургических операций в России по-прежнему преобладают резекции легких, выполненные при туберкулемах легких. На 2017

г. данный показатель составил 76,5%, из них АР составляют 61,3% [117]. Согласно нашему собственному опыту, в подавляющем большинстве случаев наиболее предпочтительным оперативным приемом при операциях при туберкулемах легких является АР (свыше 90% всех резекций) [48; 53].

1.3. Современная концепция хирургии туберкулем легких

ОФТЛ – ограниченные в пределах доли казеозно-некротические фокусы (туберкулемы, каверны, фиброзные каверны и другие), имеющие 2 основные модели этиопатогенеза. С одной стороны, ОФТЛ, в частности туберкулемы легких, являются исходом естественного благоприятного течения заболевания у пациентов с высоким уровнем противотуберкулезной защиты, с другой стороны, – результатом недостаточно эффективного консервативного лечения туберкулеза легких, в первую очередь инфильтративного [13; 26; 27]. Принимая, вероятно, во внимание именно этот факт, официальные рекомендации указывают на возможность выполнения планового хирургического вмешательства при активном туберкулезе органов дыхания до завершения интенсивной фазы терапии [71; 72]. Это позволяет благодаря достаточно эффективным концентрациям лекарственных веществ в плазме крови не только минимизировать риск реактивации туберкулезной процесса в раннем послеоперационном периоде, но и способствует профилактике развития ЛУ–МТБ за счет ликвидации невосприимчивых к лечению очагов инфекции [11; 48; 96; 167; 233]. При этом необходимость их хирургического удаления обоснована анатомической необратимостью и, по Ю. Н. Левашову, является 1-й хирургической стадией туберкулеза легких. Кроме того, хирургическое лечение туберкулем легких в подавляющем большинстве случаев сопровождается клинически незначимыми ограничениями функции внешнего дыхания и поэтому наиболее перспективно в плане медико-социальной эффективности [26; 27; 91; 103].

Кроме морфологии туберкулем легких, важную роль играет оценка и интерпретация характера лучевой картины. С момента открытия рентгеновских лучей и вплоть до 1971 г., когда был сконструирован первый компьютерный томограф, единственными средствами визуализации патологических процессов в легких являлась аналоговая рентгенография и линейная томография [87; 146; 224]. При этом традиционная томография обладает известным пределом метода (минимальная толщина среза 5 мм), что обуславливает ее низкую информативность в отношении перифокальной инфильтрации и мелких «свежих» очагов низкой плотности в окружающей ткани, а любая попытка получить более детальную информацию неизбежно влечет за собой увеличение лучевой нагрузки на пациента [61]. Прямым следствием указанного факта является высокая частота расхождений данных лучевого исследования и интраоперационной ревизии [63; 64]. Но с широким внедрением в клиническую практику компьютерной томографии появились более точные критерии распространенности и активности туберкулезного процесса. В виду скудной клинической картины и отсутствия характерных лабораторных изменений при туберкулемах легких МСКТ играет ключевую роль в формировании реального представления о течении туберкулезного процесса. Следовательно, использование МСКТ непосредственно способствует повышению эффективности хирургической тактики благодаря более дифференцированному отбору пациентов на оперативное лечение [2; 57; 147; 234; 235].

При анализе данных, полученных при проведении МСКТ и имеющих значение для выбора метода резекции легкого, особое внимание следует уделять следующим признакам [9; 150; 152; 190; 202].

1. Топике фокуса: периферическое образование в плаще легкого в пределах одного сегмента с обсеменением в пределах пораженного сегмента.
2. Признакам активности туберкулезного процесса:
 - перифокальной инфильтрации («матовое стекло»);
 - «свежим» очагам низкой интенсивности;

- распаду в зоне дренирующего бронха;
- поражению дренирующего бронха (инфильтрации по ходу бронха, признакам стеноза, деформации бронха).

Выявление любого из этих признаков свидетельствует о высокой активности процесса и определяет повышенный риск рецидива туберкулезного процесса, а также ограничивает возможности применения органосохраняющих резекционных вмешательств вследствие

- риска прохождения линии резекции по зоне измененных тканей и, следовательно, угрозы реактивации туберкулеза легких;
- высокой вероятности вынужденного расширения объема резекции;
- высокого риска туберкулезного или неспецифического воспаления бронха в зоне пересечения и послеоперационной несостоятельности культи бронха.

3. Оценке состояния других отделов и противоположного легкого. МСКТ позволяет детально оценить все отделы легких, включая так называемые «немые зоны» [9; 150; 152; 190; 202].

1.4. Принцип органосохраняющей хирургии туберкулем легких

Любое оперативное вмешательство влечет за собой неизбежную травматизацию тканей, которая может проявляться в виде повреждений органов и тканей вплоть до специфических органных дисфункций и системных нарушений [17; 104]. Но так называемый постагрессивный синдром обусловлен не только общей хирургической агрессией, но и неспецифическим местным повреждением тканей [100; 168; 222; 227; 229].

В то же время степень хирургической травмы при традиционной резекционной хирургии легких при туберкулемах, как и при любой другой операции, определяется двумя факторами: оперативным доступом и оперативным приемом [88; 122]. Суть применения органосохраняющих

оперативных вмешательств на легком сводится либо к сокращению зон повреждения в хирургической ране [90], либо к уменьшению объема уносимого органа. При туберкулезе легких чаще всего выполняются органосохраняющие краевые АР, характеризующиеся не только стойким клиническим эффектом (до 92–97% наблюдений с анализом отдаленных послеоперационных результатов), но и полной трудовой реабилитацией, сокращением общих и стационарных сроков лечения более чем в два раза [7; 37; 38; 96].

Но при очевидной простоте, малотравматичности и надежности (удовлетворительных гемо- и аэростаза) применение сшивающего аппарата предполагает удаление достаточно большого массива тканей без макроскопических изменений либо использование большего числа сшивающих аппаратов и / или расходных материалов (кассет) к ним [174]. При удалении большого массива тканей мы необоснованно и существенным образом изменяем нормальную архитектуру остающейся части легкого и тем самым снижаем резервный объем легочной ткани [9; 60; 62; 66; 209].

Одним из вариантов органосохраняющего оперативного вмешательства путем уменьшения травматичности оперативного приема является методика прецизионных резекций с применением разнообразных энерго-хирургических систем (диатермокоагуляции, аргон-плазменной коагуляции, ультразвука или лазера) [34; 41; 112; 158; 206].

1.5. История развития лазерных резекций легких при ограниченных образованиях

Возникновению методики лазерных резекций легких предшествовал длительный период накопления теоретических знаний в области физики лазеров. Работы физиков Bayly [124], Bromson [128] и Stokes [220] заложили фундаментальные представления о характере лазерного излучения в водной

среде и были предсказаны биологические эффекты различных типов лазеров в паренхиматозных тканях.

Экспериментальный период отметился следующими основными событиями. В 1967 г. Minton [178] выполнил несколько успешных лазерных резекций легких с применением Nd:YAG лазера с длиной волны 1064 нм. В 1977 г. В. Г. Добкин [1; 32; 35] разработал технику ограниченных резекций легких с применением аргонового и углекислотного лазеров непрерывного действия. В 1988 г. Rolle [139; 203] и в 1990 г. LoCicero J. 3rd [172; 173; 182] доказали, что ЛР характеризуется надежными гемо- и аэростазом. В ряде случаев может быть рекомендована дополнительная ручная обработка дренирующих бронхов и сегментарных сосудов. Важно, что при ЛР в равной степени безопасно выполнять как краевую резекцию, так и атипичную резекцию в прикорневой зоне легкого. В 2014 г. Kirschbaum [159; 161] показал, что ЛР в сравнении с резекцией легкого монополярным электрокоагулятором MAXIUM по глубине вапоризации и характеру края резекции выглядит предпочтительнее. В 2016 г. Fiorelli [140] показал преимущества резекции легкого с применением Harmonic technology. Однако клинических рандомизированных исследований, подтверждающих преимущество Harmonic technology над Nd:YAG лазером с длиной волны 1318 нм, в доступной нам литературе мы не встретили [185; 210; 217].

Отечественные исследователи также занимались поиском безопасной и эффективной методики прецизионных резекций ограниченных образований легких, и характер этих работ существенно не отличался от зарубежного. Но в силу исторически сложившихся традиций и особенностей организации работы по борьбе с туберкулезом в СССР новые хирургические методики лечения патологий легких апробировались, внедрялись и развивались на базе хирургических отделений крупных специализированных противотуберкулезных центров.

В 1985 г. LoCicero J. 3rd [144; 171] доказал, что CO₂-лазер не безопасен для резекций легких. Это способствовало активному накоплению материала по применению в торакальной хирургии Nd:YAG лазеров. В 1989 г. Rolle [166; 204] показал высокую клиническую безопасность и низкую частоту осложнений ЛР. Автором отмечена необходимость ушивания ложа удаленного образования в случае вовлечения сегментарных сосудов и бронхов. В 1999 г. Rolle [205] выполнил ЛР участка легкого с образованием диаметром 14 см (R0, гистологически подтверждена), а в 2002 [206] – 100 лазерных метастазэктомий. Отмечено, что ЛР могут перенести даже пациенты с признаками дыхательной недостаточности. Pereszlenyi [194] успешно выполнил ЛР у функционально декомпенсированных пациентов с немелкоклеточным раком легкого. В 2003 г. Rolle [207] показал, что ЛР позволяют снизить частоту лобэктомий с 25 до 5% случаев. В 2006 Rolle [208] доказал, что ЛР в сравнении с АР позволяет снизить объем удаленной интактной ткани в 6 раз: 27 см³ против 173 см³. Автором отмечено, что для восстановления структуры легочной ткани образовавшийся дефект легкого необходимо ушивать непрерывным швом. Необходимость ушивания ложа лазерной резекции также упоминается в работах Scanagatta [213] и Pereszlenyi [194].

Отдельно изучался вопрос снижения травматичности оперативного доступа. В 2011 г. Lesser [169] из видеоассистированного минидоступа под местной анестезией с помощью диодного лазера с длиной волны 1470 нм успешно удалил 25 субплевральных образований диаметром до 15 мм.

Эволюция отечественной хирургии ограниченных образований легких во многом соответствовал зарубежному опыту. В 1984 г. А. Д. Джунусбеков [30] при АР, дополненных обработкой линии резекции CO₂-лазером отметил улучшение гемо- и аэростаза, уменьшение послеоперационного болевого синдрома, отсутствие обсеменённости линии лазерной резекции. Вместе с тем ряд авторов предлагали варианты нелазерных прецизионных резекций легких. В 1983 г. М. И. Перельман предложил удаление патологических образований

путем тщательной ручной обработки и методичной точечной коагуляции сегментарных бронхов и сосудов (операция Перельмана) [82]. В 1988г. А. А. Воробьев показал высокую клиническую эффективность резекции легких с использованием высокочастотного электрохирургического аппарата ЭН-57М [20]. В 1990 г. Т. М. Кариев [47] отмечал клинически незначимые рентгенологические признаки отека в зоне операции при работе СО₂-лазером. Но в 1991 г. В. Г. Добкин [31] доказал, что СО₂-лазеры имеют ограниченный диапазон клинического применения в торакальной хирургии и дальнейшее развитие идеи «лазерного скальпеля» остается за Nd:YAG лазерами. В 1992 г. В. П. Стрельцов [106] отмечал клинически незначимые рентгенологические признаки отека в зоне операции при работе Nd:YAG лазером с длиной волны 1064 нм. Позднее ряд отечественных авторов разработали представления о патофизиологических особенностях воздействия высокочастотных лазеров на легочную ткань [22; 49; 59; 89; 107].

Как видно из всего вышеизложенного, сегодня в арсенале торакальных хирургов существует органосохраняющая методика лазерной резекции легких. Сравнительно недавно появившаяся методика уже успела зарекомендовать себя как эффективное и безопасное оперативное вмешательство при ограниченных образованиях легких, в том числе диссеминированных метастатических поражений [127; 133; 136]. Применение ЛР при различных формах туберкулеза, в частности при туберкулемах, ни в зарубежной, ни в отечественной литературе нам не встретились.

Необходимо отметить, что в многочисленных экспериментальных и клинических исследованиях доказано, что Nd:YAG лазер с длиной волны 1318 нм наиболее безопасная методика прецизионной резекции легких при ограниченных образованиях в сравнении с любыми другими. Вместе с тем отечественные исследователи лазерных резекции легких при туберкулемах не применяли данный тип лазера, а в имеющихся работах не освещены

принципиальные моменты: дифференцированные показания, особенности отбора пациентов, клиническая эффективность.

1.6. Техническое обеспечение лазерных резекций легких при туберкулемах

Методика лазерной резекции легких при туберкулемах в нашем исследовании была реализована за счет использования хирургического твердотельного лазера нового поколения, где в качестве активной среды используется алюмо-иттриевый гранат, легированный ионами неодима с длиной волны 1318 нм системы LIMAX. В системе LIMAX используется волоконно-оптический кабель, уложенный из двоянных безводных фиксированных кварцевых оптических волокон с диаметром не более 400 нм, а в качестве бесконтактного манипулятора применяется фокусирующая рукоятка с неодимовым сердечником и четырехлинзовой системой, генерирующей излучение по принципу диодной накачки. Кроме того, эксплуатация хирургической системы LIMAX не требует специального обучения, что позволяет быстро привести оборудование в рабочее положение. А интегрированные высокопроизводительный дымоотсос и система обдува рабочего инструмента обеспечивают безопасность пациента за счет поддержания адекватной визуализации в зоне интереса на протяжении всей операции. Безопасность персонала обеспечивается ношением специальных защитных очков [194; 201; 208].

Указанная четырехлинзовая фокусирующая система обеспечивает концентрацию лазерного излучения в зоне рабочего воздействия до 0,6 мм в диаметре и возможность ручного манипулирования лазерным пучком. Это позволяет не только сохранять направленное излучение в области манипуляции на расстоянии 4 мм от поверхности висцеральной плевры, но и предотвращает выделение тепла в фокусирующем наконечнике. При этом модернизация резонатора лазера предыдущего поколения и специальная ротация YAG-

кристалла обеспечили высокую эффективность работы Nd:YAG лазера. Эффективность излучения за счет реализованного эффекта эмиссии монохромного излучения составляет 34% (для сравнения: при работе Nd:YAG лазера с длиной волны 1064 нм данный показатель не превышает 3%), в то время как достижение достаточной выходной мощности лазера с длиной волны 1318 нм обеспечивается показателем эффективности от 5%. Эмиссия монохромного излучения достигается за счет генерации направленного пучка лазерного излучения при помощи адаптивной рефлексии лазерных зеркал. Кроме того, используемый волоконно-оптический кабель обеспечивает высокую плотность пучка равную 20–24 кВт/см² (с минимальными потерями), а гибкость волокон обеспечивает достаточно комфортную для выполнения оперативного приема степень мобильности фокусирующей рукоятки [194; 201; 208].

Оптимальное сочетание коагуляции и резания легочной паренхимы при использовании Nd:YAG лазера с длиной волны 1318 нм обеспечивается, с одной стороны, за счет анатомо-физиологических особенностей строения легкого: как и любой другой паренхиматозный орган, легкое на 80% состоит из воды, содержит множество мельчайших структур для кровоснабжения и газообмена; а с другой, – степенью абсорбции жидкой средой лазерного излучения с длиной волны равной 1318 нм, которая в 10 раз выше, чем при длине волны, равной 1064 нм, коэффициентом дифракции светового потока, находящегося в пределах нормативных значений инфракрасного излучения. Указанное предположение подтверждено экспериментально и клинически. Установлено, что глубина необратимой денатурации белковых структур, возникающая в момент воздействия, не превышает 0,9 мм, средние значения глубины вапоризации и коагуляции составляют $2,45 \pm 0,18$ мм и $1,88 \pm 0,17$ мм соответственно. А после воздействия образуются три зоны некроза тканей: центральный кратер вапоризации (область резания), краевая зона коагуляции, тонкая корона гиперемии по периферии [194; 201; 208].

Благодаря высокой плотности лазерного пучка в зоне воздействия, кроме эффекта резания-коагуляции, возникает явление герметизации легочной ткани, что обеспечивает быстроту и прецизионность проводимой манипуляции. При максимальных значениях температуры в момент воздействия на ткань, равной 900°C, в течение 0,001сек. достигается герметизация 20–30 альвеол. При этом поверхность ложа резецированного участка легочной ткани после обработки расфокусированным пучком лазерного излучения способна сохранять герметичность на фоне проведения искусственной вентиляции легких (далее – ИВЛ) с давлением до 25 см. водн. ст. При этом дополнительное ушивание ложа резекции позволяет добиться полной реконструкции висцеральной плевры в зоне операции [194; 201; 208].

1.7. Резюме

Анализ специальной литературы позволяет сделать следующие выводы.

В настоящее время, в виду эпидемиологической ситуации по туберкулезу в России, нарастания количества форм туберкулеза с лекарственной устойчивостью в популяции, а также клинических форм со скрытым бактериовыделением, оперативные вмешательства при туберкулемах легких, являются перспективным и оправданным этапом лечения туберкулеза.

Расширение показаний к оперативным вмешательствам при туберкулемах легких должно сопровождаться более широким распространением органосохраняющих методик оперирования, что влечет за собой улучшение качества жизни больных после оперативного этапа лечения и уменьшение частоты послеоперационных осложнений.

Туберкулезный процесс имеет ряд своих морфологических, клинических, рентгенологических особенностей, которые могут существенно влиять на выбор вида оперативного вмешательства. Выбор оперативной тактики при туберкулемах легких должен включать адекватную предоперационную

подготовку, неотъемлемой частью которой является анализ рентгенологической характеристики туберкулезного процесса, основанный на использовании в клинической практике МСКТ.

Хирургия является непрерывно развивающейся и совершенствующейся отраслью медицины. Любой вид оперативного вмешательства может быть улучшен внедрением в практику новых технологий и оборудования. Одна из таких технологий была создана в результате продолжительного периода экспериментально-клинических исследований, направленных на поиск безопасной и эффективной методики прецизионных резекций легких при ограниченных образованиях.

На сегодняшний день эффективность методики доказана только для двух клинических ситуаций: диагностическое удаление внутрилегочных неverifiedированных образований и лечебное удаление внутрилегочных неопластических/метастатических поражений. Однако по-прежнему терапевтический эффект ЛР остается малоизученным.

Данные специальной литературы и собственный опыт [А. В. Баженов и соавт., 2016; И. А. Дьячков и соавт., 2016, 2017] свидетельствуют о том, что ЛР являются не только безопасной прецизионной методикой, но и сопоставимы по клинической эффективности с АР. В литературе мы встретили лишь единичные упоминания о возможностях лазерных резекций легких при туберкулемах с применением неодимовых лазеров с длиной волны 1064 нм. При этом экспериментально и клинически доказано, что Nd:YAG лазер с длиной волны 1064 нм по качеству аэро- и гемостаза уступает Nd:YAG лазеру с длиной волны 1318 нм [20; 31; 32; 47; 106]. Названные исследования проведены на небольшом и разнородном материале, систематизированного подхода к применению рассматриваемой нами хирургической методики не существует, не освещены вопросы дифференцированных показаний и особенностей отбора пациентов, не изучена клиническая эффективность лазерных резекций легких при туберкулемах неодимовыми лазерами.

Вышесказанное определяет актуальность исследуемой проблемы, цель и задачи данной работы.

Глава 2. Материалы и методы

2.1. Дизайн работы

В настоящее исследование включены 116 пациентов с туберкулемами легких, которые были прооперированы в легочно-хирургической клинике УНИИФ в период с июня 2013 г. по июнь 2019 г. Точкой отсечения периода наблюдения отдаленных результатов Критериями включения в исследование являлись пациенты с мелкими и средними туберкулемами легких (1-4 см, по М.М.Авербаху, 1962), расположенными в плащевой зоне легкого при минимальной степени выраженности перифокальной инфильтрации и очагов обсеменения. Данные параметры определялись на МСКТ. Национальные клинические рекомендации по хирургическому лечению туберкулеза легких допускают выполнение в таких случаях атипичных резекций (АР или ЛР). Критерии исключения: наличие декомпенсированных сопутствующих заболеваний (Рис. 1).

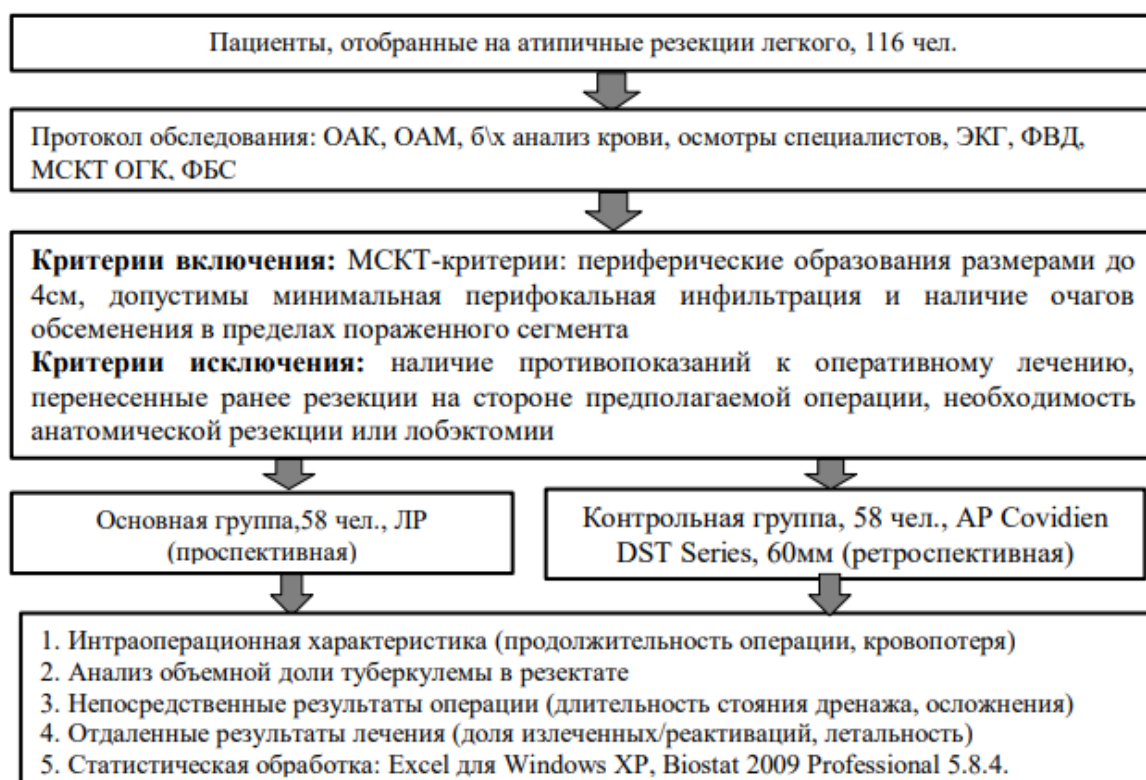


Рис. 1 – Дизайн работы

Больных обследовали в соответствии со стандартами оказания медицинской помощи и утвержденными клиническими рекомендациями по следующей диагностической программе (Таблица 1).

Таблица 1 – Диагностическая программа обследования пациентов

| Название исследования | Кратность исследования | Материально-техническая база |
|--|---|--|
| Методы лабораторных исследований | | |
| Общий анализ крови | до операции, на 1-е сутки после операции, через 1 неделю после операции, по необходимости | анализатор ABX Micros 60 (ABX Diagnostics, France) |
| Общий анализ мочи | до операции, на 1-е сутки после операции, через 1 неделю после операции, по необходимости | анализатор Clinitec Status (Bayer HealthCare, USA) |
| Биохимический анализ крови | до операции, через неделю после операции по необходимости | SABA 18 (Italy), BTS 330 (BioSystems, Barcelona–Spain) |
| Коагулограмма | до операции, после операции по необходимости | Автоматическая коагулометрическая лаборатория ACL ELITE PRO (Instrumentation Laboratory Company) |
| Определение группы крови и резус-фактора | до операции | Эритрогест-целиклоны, ООО «Гематолог», Россия |
| Методы инструментальных исследований | | |
| Электрокардиография | до операции по необходимости | Schiller cardiovit AT–2 (Schiller, Switzerland) |
| Рентгенография | до операции, на 1-е сутки после операции, в 1е сутки после удаления дренажной трубки, за 1 сутки до выписки и при необходимости | Opera T–30 csx (GMM, Italy) |
| Компьютерная томография органов грудной клетки | до операции, через 2 недели, 1, 6, 12 и 24 месяца после операции по необходимости | Toshiba Aquillion 32 (Toshiba Medical Systems, Tokyo, Japan) |
| Исследование функции внешнего дыхания | до операции | Spirolab III, MIR, Italy |
| Бронхоскопия | до операции, в послеоперационном периоде с целью осмотра и санации трахеобронхиального дерева по необходимости | бронховideosкопа OLYMPUS BF–1T150 (OLYMPUS CORPORATION, Japan) |

После получения результатов предоперационных обследований проводился междисциплинарный консилиум (торакальный хирург, анестезиолог, фтизиатр, терапевт), задачами которого являлись определение объема, характера оперативного вмешательства и соответствие критериям включения и исключения настоящего исследования (Рис. 1). Во время операции оценивался объем интраоперационной кровопотери. Проводилось взвешивание салфеток и операционного материала на электронных весах Tanita KD-400 (Tanita, Shanghai). Резецированный участок легочной ткани вначале подвергался оценке объема, далее выполнялись рутинные патоморфологическое и гистологическое исследования.

Первая (основная, проспективная) группа состояла из 58 пациентов, которым были выполнены ЛР. В основной группе пациентов у 28 больных из 58 (48,2%) были удалены множественные туберкулемы: по 2 туберкулемы у 18 из 58 (31%), по 3 – у 7 из 58 (12%), по 4 у 3 из 58 (5,2%).

Вторая (контрольная, ретроспективная) группа состояла также из 58 пациентов, которым были выполнены АР. Контрольная группа набиралась ретроспективно согласно критериям включения. В контрольной группе пациентов у 10 больных из 58 (17,2%) были удалены множественные туберкулемы в количестве 2 шт.

Исследование представляло собой открытое нерандомизированное исследование по типу «случай-контроль». Основная и контрольная группы были сопоставимы:

- по полу, $\chi^2=1,5442$, 33 мужчины и 25 женщин в основной группе против 31 мужчины и 27 женщин в контрольной группе, $p>0,05$;

- по антропометрическим данным (Таблица 2);

Таблица 2 – Антропометрические данные пациентов (M ± m)

| | Лазерные резекции (n=58) | Аппаратные резекции (n=58) | Уровень значимости |
|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------|
| Рост, см | 171,37±1,42 | 169,64±1,29 | p>0,05 |
| Вес, кг | 69,66±1,31 | 67,42 ±1,53 | p>0,05 |
| ИМТ, кг/см ² | 21,09±0,33 | 22,33±0,42 | p>0,05 |

- по возрасту (Таблица 3);

Таблица 3 – Распределение пациентов по возрасту (p>0,05)

| Возраст, лет | Лазерные резекции (n=58) | Аппаратные резекции (n=58) | Всего (n=116) |
|--------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------|
| До 25 лет | 3,4%(2/58) | 1,7%(1/58) | 2,6%(3/116) |
| 25-30 лет | 25,9%(15/58) | 32,8%(19/58) | 29,3%(34/116) |
| 31-40 лет | 55,2%(32/58) | 51,8%(30/58) | 53,4%(62/116) |
| 41-50 лет | 13,8%(8/58) | 10,3%(6/58) | 12,1%(14/116) |
| Более 50 лет | 1,7%(1/58) | 3,4% (2/58) | 2,6%(3/116) |

- по основным гематологическим показателям (Таблица 4);

Таблица 4 – Основные гематологические показатели до оперативного лечения

| Показатели | Норма | Лазерные резекции (n=58) | Аппаратные резекции (n=58) | Уровень значимости |
|------------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------|
| Лейкоциты (*10 ⁹ /л) | 3,5-9,0 | 5,9±0,32 | 6,3±0,15 | p>0,05 |
| Эритроциты, (*10 ¹² /л) | 3,8-5,8 | 5,1±0,23 | 4,9±0,18 | p>0,05 |
| Гемоглобин (г/л) | 110-160 | 132,3±4,11 | 133,5±3,87 | p>0,05 |
| СОЭ, (мм/ч) | 2-13 | 8,2±0,33 | 9,1±0,17 | p>0,05 |
| Гематокрит, л/л | 0,36-0,53 | 0,39±0,17 | 0,43±0,23 | p>0,05 |
| Тромбоциты (*10 ⁹ /л) | 180-320 | 241,8±3,22 | 235,7±3,54 | p>0,05 |

- по продолжительности наблюдения пациента с диагнозом туберкулеза легких от взятия на диспансерный учет до оперативного этапа лечения, в основной группе составила 7 [4; 86] мес., а в контрольной группе 8 [4; 98] мес., p>0,05. Все пациенты получали химиотерапию в соответствии с приказом МЗ РФ № 951 от 29.12.2014г. «Об утверждении методических рекомендаций по совершенствованию диагностики и лечения туберкулеза органов дыхания»;

- по размеру туберкулем (данные предоперационной МСКТ), в основной группе размер туберкулем составил $(1,5-3,4)*(1,5-3,7)*(1,5-2,7)$ см³, размер наибольшей туберкулемы составил $3,4*3,7*2,5$ см³, наименьшей – $1,5*1,5*1,5$ см³. В контрольной группе размер туберкулем составил $(1,5-3,3)*(1,5-3,5)*(1,5-2,6)$ см³, размер наибольшей туберкулемы составил $3,3*3,5*2,6$ см³, наименьшей – $1,5*1,5*1,5$ см³. Образования во всех случаях были расположены в пределах плащевой зоны легкого, с очагами обсеменения только в пределах пораженного сегмента, перифокальная инфильтрация минимальной степени выраженности.

- по сопутствующей соматической патологии, все сопутствующие заболевания находились в фазе компенсации и терапевтическая коррекция не требовалась;

- по сторонам оперативного вмешательства (Таблица 5);

Таблица 5 – Распределение пациентов в группах по стороне оперативного вмешательства

| Сторона оперативного вмешательства | Лазерные резекции (n=58) | Аппаратные резекции (n=58) | Уровень значимости |
|------------------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------|
| Оперированы справа, доля, (%) | 35/58 (60,3%) | 31/58 (53,4%) | $p>0,05$ ($X^2=0$) |
| Оперированы слева, доля, (%) | 23/58 (39,7%) | 27/58 (46,6%) | $p>0,05$ ($X^2=0$) |

Как видно из Таблицы 5 преобладают операции, выполненные с правой стороны по всем группам пациентов. ЛР на правом легком производились в 1,53 раза чаще, чем на левом, 35 (60,3%) резекций против 23 (39,7%). При этом верхнедолевые локализации (S1,2,3) превалировали при правосторонних резекциях, 62,9% (22 из 35), а слева лишь 39,1% (9 из 23) ($\chi^2=3,140$; $p>0,05$). Другие локализации распределились следующим образом: туберкулемы средней доли резецированы у 4 (6,9%) пациентов; S6 – у 11 (19%), из них справа 3,5% случаев (2 из 58), слева – 15,5% (9 из 58); базальные сегменты – у 15 (25,8%), из них справа – 17,2% (10 из 58), слева – 8,6% (5 из 58).

Вместе с тем из Таблицы 5 видно, что АР на левом легком производились в 1,34 раза чаще, чем на правом: 31 резекция против 27 (53,4% против 46,6%). В обоих случаях преобладали резекции при туберкулемах верхних долей (S1,2,3): справа – 58,1% (18 из 31) и слева – 70,4% (19 из 27) ($\chi^2=0,946$; $p>0,05$). Другие локализации распределились следующим образом: средняя доля резецирована у 2 (3,45%) пациентов; S6 – у 8 (10,35%), из них справа 6,9% случаев (4 из 58), слева – 3,45% (2 из 58); базальные сегменты – у 12 (20,7%), из них справа – 12,1% (7 из 58), слева – 8,6% (5 из 58).

В процессе работы появились пациенты с поражением разных долей легкого, у которых мы выполнили ЛР наряду с вмешательством на соседней доле легкого. Всего было выполнено 17 комбинированных вмешательств: 11 АР и 6 лобэктомий в сочетании с ЛР. Комбинированная резекция была показана при множественных туберкулемах легких с учетом разработанных критериев выбора методики оперативного вмешательства (ЛР или АР). Результаты этих комбинированных операций были рассмотрены отдельно. Возраст пациентов составил 41 [33; 55] лет. Продолжительность заболевания до оперативного этапа лечения – 23 [6; 52] мес. Структура сопутствующей патологии имеет следующий вид. Хронический вирусный гепатит С отмечен у 6 (35,3%) пациентов, сахарный диабет – у 3-х (17,65%), гипертоническая болезнь – у 2-х (11,8%), ВИЧ-инфекция – 3-х (17,65%). При этом все оперированные пациенты с ВИЧ-инфекцией имели пороговые для применения хирургических методик лечения значения CD_4 -лимфоцитов, более 350 клеток/мм³.

2.2. Анестезиологическое пособие

Все выполненные оперативные вмешательства осуществлялись под тотальной многокомпонентной внутривенной анестезией. Премедикация, анестезиологическое пособие и медикаментозное сопровождение ближайшего послеоперационного периода соответствовали протоколам проведения

анестезиологического сопровождения оперативных вмешательств на легких и органах грудной полости.

Интубация осуществлялась однопросветными интубационными трубками, двухпросветными интубационными правосторонними и левосторонними трубками.

Искусственная вентиляция легких во время оперативного вмешательства осуществлялась на аппаратах Chirana (CHIROLOG SV ALFA) (CHIRANA MEDICARE, Словакия) и аппарат ИВЛ JV 100 ZisLine (ООО ТРИТОН–ЭлектроникС, Екатеринбург). При резекциях легких чаще использовалась двулегочная ВЧ ИВЛ, реже – однолегочные режимы, что обусловлено особенностями анестезиологического пособия во время торакальных вмешательств. С одной стороны, нам необходимо обеспечить коллапс оперируемого легкого, чтобы защитить его от избыточной хирургической агрессии, а с другой стороны, – продолжать вентилировать оперируемое легкое, чтобы предотвратить гемодинамические нарушения и повреждение сурфактантной системы, обусловленные коллапсом легкого [Курдюмов В. А., 1987; Медвинский И. Д., 1989, Выжигина М. А., 1996; Noble, 1987].

2.3. Оперативные вмешательства

Укладка пациента осуществлялась в положении на боку, противоположном оперативному вмешательству (боковой доступ). Верхняя конечность отведена в плечевом суставе до 90–110 градусов, согнута в локтевом суставе до 90 градусов, фиксирована в отведенном положении на специальной подставке. Нижняя конечность со стороны противоположной операции согнута в коленном суставе до 110–120 градусов, согнута в тазобедренном суставе до 90 градусов, нижняя конечность со стороны операции выпрямлена. Под бедро нижней конечности, со стороны, противоположной оперативному вмешательству, подкладывался пассивный

электрод аппаратов ЭХВЧ 300–02 и ЭХВЧа–140–01 «Фотек», если использовалась установка ForceTriad, то пассивный электрод приклеивался к бедру вышележащей нижней конечности. Оперативное вмешательство выполнялось следующим образом. Выполняли боковую торакотомию в четвертом или пятом межреберье (в зависимости от локализации туберкулемы) с сохранением широчайшей мышцы спины. При рассечении (расслоении) передней верхней зубчатой мышцы широчайшую мышцу спины отводили лопаточным крючком. Обнажая межреберные промежутки. Выполняли введение анестетика наропина 0,75%–10 мл в межреберья выше и ниже межреберья, в котором выполнялась торакотомия. Разрез межреберья выполняли по верхнему краю нижележащего ребра. Бережно перфорировали париетальную плевру, для предотвращения повреждения припаянного легкого. В рану устанавливали 2 речных ранорасширителя. Далее проводился осмотр всех отделов легкого и выделение его из плевральных сращений (при их наличии), мануальное исследование резецируемого участка легкого, чтобы убедиться в соответствии процесса критериям включения (Рис. 2 а). При необходимости разрушали плевральные сращения.

Далее *пациентам основной группы выполнялась ЛР* легких следующим образом. Интактная паренхима легкого в зоне вмешательства обкладывалась влажными марлевыми салфетками для защиты от повреждения лучом лазера. Далее 1318 нм Nd:YAG–лазером (мощность 80 Вт) выполнялась разметка. Затем выполнялась резекция 1318 нм Nd:YAG–лазером (мощность 80 Вт) с отступом от (видимого) края туберкулемы не более чем на 0,5 мм. (Рис. 2 б) в условиях визуального контроля с минимальной потерей интактной легочной ткани с одновременной эвакуацией дыма и периодическим увлажнением линии резекции (0,9% раствор натрия хлорида или фурацилина).

Видимые остающиеся изменения по линии резекции вапоризировались рассеянным лучом лазера. После удаления образования дефект легочной ткани

ушивался рассасывающейся лигатурой (Викрил 3-0; Futberg, Minsk, Belarus) (Рис. 2 в).

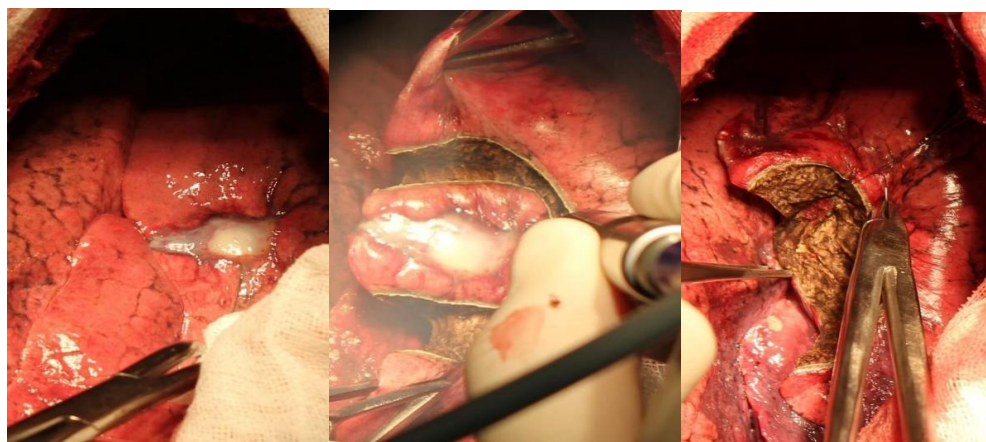


Рис. 2 а

Рис. 2 б

Рис. 2 в

Рис. 2 – 2 а: ревизия процесса, подлежащего резекции, 2 б: резекция, 2 в: ушивание дефекта легкого после резекции

Хирургическая система LMAX–120 регистрирует совокупное количество лазерной энергии, затраченное на выполнение оперативного вмешательства в кДж. Эти показатели были также проанализированы.

Пациенты контрольной группы перенесли АР легких. Как указывалось выше, контрольная группа была сформирована по принципу «случай-контроль». При этом в качестве контроля были отобраны такие клинические случаи, при которых АР легких выполнялась одномоментно с помощью одноразового линейного сшивающего аппарата Covidien DST Series с шириной кассеты 60мм и последующего укрепления аппаратного шва путем обвязывания капроновыми лигатурами либо обшивания всего шва атравматической полипропиленовой лигатурой Prolene (polypropylene) (3/0).

После завершения оперативного приема (ЛР или АР) препарат извлекался из плевральной полости, рана сушилась, выполнялся контроль гемостаза, устанавливался трубчатый силиконовый дренаж 6/1,5 мм на 2–3 межреберья выше дна латерального плеврального синуса. Легкое раздувалось под давлением 20 мбар. Производился контроль герметичности шва. Торакотомная

рана ушивалась послойно: на межреберье накладывались 1–2 перикостальные лавсановые плетеные лигатуры (№ 5, метричность 8), далее рассеченные мышцы (передняя зубчатая, широчайшая и большая грудная) ушивались с использованием PDS 3/0, кожная рана – викрилом 3–0.

2.4. Оценка прецизионного эффекта лазерных резекций легких при туберкулемах

После удаления из раны резецированная часть легкого с туберкулемой погружалась в мерную колбу с водой объемом 600 мл, по объему вытесненной жидкости оценивался объем резектата путем его полного принудительного погружения (Рис. 3).



Рис. 3 – Погружение резектата в мерную колбу

Было сформировано 2 группы: ЛР и АР.

Группа ЛР сформирована из 10 резектатов от пациентов основной группы настоящего исследования методом сплошной случайной выборки.

Группа АР сформирована проспективно методом сплошной случайной выборки путем забора 10 резектатов от пациентов, перенесших АР легких в легочно-хирургическом отделении УНИИФ при ограниченных туберкулемах. При этом принцип отбора был аналогичен контрольной (ретроспективной)

группе. (Уточним: группа AP проспективная, не связана с контрольной (ретроспективной) группой исследования и была сформирована исключительно для проведения сравнительного анализа прецизионности ЛР).

Методом вытеснения жидкости определялся общий объем резектата. Далее математически, по данным МСКТ, рассчитывался объем туберкулемы (Рис. 4).

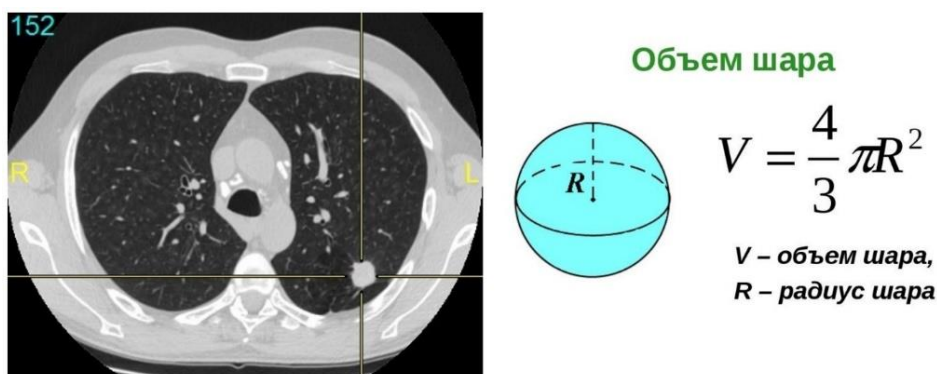


Рис. 4 – Расчет объема туберкулемы

Затем производился расчет объемной доли туберкулемы в резектате.

2.5. Послеоперационное ведение пациентов (в стационаре)

Резецированный препарат направлялся на патоморфологическое и гистологическое исследования, по результатам которых оценивались морфологическая активность туберкулезного процесса в резецированном образце и наличие признаков туберкулезного процесса по линии резекции.

Макроскопическое и микроскопическое заключения исследования резецированного участка легкого включало в себя описание размера пораженного участка, выраженность капсулы, наличие перифокальных специфических изменений, характер казеоза, наличие распада, степень поражения дренирующего бронха, а также описание характера и выраженности специфических клеточных и лимфоцитарно-гистоцитарных тканевых реакций.

Гистологическое исследование проводилось с использованием традиционной окраски срезов гематоксилином и эозином, пикрофуксином по I. van Gieson, оценка морфологической активности процесса осуществлялась согласно критериям. Для выявления кислотоустойчивых микобактерий срезы окрашивали по Цилю–Нильсену, гистобактериоскопически оценивали распространенность и характер локализации микобактерий в патологических тканях [26; 27].

К признакам туберкулезного процесса по линии резекции мы относили: фиброзно-казеозные очаги, продуктивный туберкулез стенки дренирующего бронха, эпителиоидно-клеточные гранулемы по линии резекции.

Далее анализировались особенности интраоперационного, раннего послеоперационного и отдаленного периодов наблюдения.

В нашей работе мы оценивали следующие интраоперационные характеристики: продолжительность операции, интраоперационные осложнения, объем интраоперационной кровопотери. Для характеристики послеоперационного периода мы оценивали продолжительность дренирования плевральной полости, рентгенологическую картину процесса в динамике, осложнения в послеоперационном периоде. Оценка тяжести послеоперационных осложнений производилась по классификации Dindo [132], представленной в Таблице 6.

Таблица 6 – Оценка тяжести послеоперационных осложнений по модифицированной шкале Clavien-Dindo, 2009г. [132]

| Степень осложнения | Определение |
|----------------------|---|
| Осложнения I степени | Любое отклонение от нормального послеоперационного течения без необходимости фармакологического лечения, хирургических, эндоскопических или радиологических вмешательств. Разрешенные терапевтические режимы: противорвотные, жаропонижающие, анальгетики, диуретики, электролиты и физиотерапия. Эта степень также включает раневую инфекцию, вскрытую у постели пациента. |

Продолжение Таблицы 6

| Степень осложнения | Определение |
|--|---|
| Осложнения 2 степени | Требуют фармакологического лечения с применением других препаратов, нежели те, которые были указаны для 1 степени. Переливание крови и тотальное парентеральное питание также включены в этот раздел |
| Осложнения 3 степени | Требуют хирургического, эндоскопического или радиологического вмешательства |
| Осложнения 3а степени | Вмешательства, выполняющиеся не под общей анестезией |
| Осложнения 3в степени | Вмешательства, выполняющиеся под общей анестезией |
| Осложнения 4 степени | Жизнеугрожающие осложнения (включающие осложнения со стороны ЦНС) (геморрагические, ишемические инсульты, субарахноидальные кровоизлияния; за исключением транзиторных ишемических атак), требующие интенсивного наблюдения в ПИТе. |
| Осложнения 4а степени | Дисфункция одного органа (включая диализ) |
| Осложнения 4в степени | Мультиорганная дисфункция |
| Осложнения 5 степени | Смерть пациента |
| Если пациент страдает от осложнений на время выписки, то добавляется индекс "d" (disability) к соответствующей степени осложнений. Эта метка указывает на необходимость наблюдения после выписки для полной оценки осложнений. | |

Нами также учитывались реактивации (обострения) туберкулезного процесса в послеоперационном периоде.

2.6. Оценка клинического эффекта оперативного вмешательства (диспансерный этап)

Для анализа отдаленных результатов хирургического лечения мы использовали методику совокупной оценки критериев, характеризуя их как «хороший», «удовлетворительный» или «неудовлетворительный» в соответствии с Таблицей 7.

Таблица 7 – Совокупные критерии характеристики результатов хирургического лечения

| Критерий | Характеристика критерия |
|-----------------------|--|
| «Хорошо» | Фокус туберкулеза резецирован полностью, визуально не оставлено признаков измененных тканей в легком по линии резекции лазером. Рентгенологически и гистологически подтверждается удаление туберкулезного фокуса целиком. Отсутствие прогрессирования туберкулезного процесса в зоне выполнения оперативного вмешательства на легком в течение ближайшего послеоперационного периода. Пациент удовлетворен функциональным и косметическим результатом операции. |
| «Удовлетворительно» | Фокус туберкулеза резецирован полностью, визуально не оставлено признаков измененных тканей в легком по линии резекции лазером. Рентгенологически и гистологически подтверждается удаление туберкулезного фокуса. Однако гистологически отмечается наличие ткани туберкулезного процесса по линии резекции. Отсутствие прогрессирования туберкулезного процесса в зоне выполнения оперативного вмешательства на легком в течение ближайшего послеоперационного периода. Пациент удовлетворен функциональным и косметическим результатом операции. |
| «Неудовлетворительно» | Фокус туберкулеза резецирован не полностью, визуально оставлены признаки измененных тканей в легком по линии резекции лазером. Рентгенологически и гистологически подтверждается удаление туберкулезного фокуса. Однако гистологически отмечается наличие ткани туберкулезного процесса по линии резекции. Возникновение прогрессирования туберкулезного процесса в зоне выполнения оперативного вмешательства на легком в течение ближайшего послеоперационного периода. Пациент не удовлетворен функциональным и косметическим результатом операции. |

2.7. Статистическая обработка материала

При статистической обработке полученных результатов выборки пациентов были проверены на нормальность распределения показателей. При сравнении двух групп наблюдения (ЛР и АР) для оценки количественных показателей в случае нормального распределения показателей использовались методы параметрической статистики (t-критерий Стьюдента). В случае негауссовского распределения применялись методы непараметрической статистики, а данные представлены как медиана с указанием процентилей (первый квартиль Q_1 и третий квартиль Q_3). Для сопоставления групп

пациентов по полу, возрасту, стороне вмешательства использовался метод непараметрической χ^2 по Фишеру, критерий Манна–Уитни. При значении $p < 0,05$ различия считались статистически значимыми.

Полученные статистические данные были обработаны в программе для статистического анализа BioStat, version 2009, AnalystSoftInc., Walnut, CA, USA.

Глава 3. Особенности хирургической тактики и непосредственные результаты резекций легких при туберкулемах

3.1. Особенности отбора пациентов на оперативное лечение с применением хирургического лазера при туберкулемах легких

При изучении данных литературы мы убедились, что ЛР изучается давно и в торакальной онкохирургии многие ее аспекты подробно изучены. Основу для становления и развития данной хирургической методики заложили теоретические, экспериментальные и клинические работы различных зарубежных и отечественных исследователей [47; 75; 207; 217; 220]. В частности, разработана методика операции, изучено ее применение на биологических моделях и в остром опыте, оценено влияние на репаративную регенерацию паренхимы легкого в зоне воздействия лазерного излучения, в сравнительных работах оценены клинические безопасность (качество гемо- и аэростаза) и клиническая эффективность (успешное удаление единичных, множественных метастазов, ограниченных первичных очагов, доказана абластичность, приведены высокие показатели 5-летней выживаемости) и продемонстрированы преимущества в сравнении с другими прецизионными методиками, в том числе резекциями другими типами хирургических лазеров.

Отечественные работы немногочисленны. Авторы показали возможность прецизионных, в том числе лазерных резекций легких при различных клинико-анатомических формах туберкулеза легких [20; 31; 32; 47; 106]. Однако дифференцированные показания сформулированы не были, особенности отбора пациентов и клиническая эффективность прецизионных резекций не изучались.

Кроме этого, в легочно-хирургической клинике УНИИФ проводились исследования, в которых сформулированы МСКТ-критерии активности туберкулем легких [61] и разработан алгоритм выбора оптимального оперативного доступа для миниинвазивных операций при ограниченных

формах туберкулеза легких, в том числе при туберкулемах [9]. При этом вопросы применения прецизионных резекций с применением ND:YAG–лазера с длиной волны 1318 нм в этой области хирургии туберкулеза легких не рассматривались.

С учетом данных доступной нам литературы и собственного опыта нами были сформулированы показания для прецизионных операций при туберкулемах и сформулирован, запатентован (патент на промышленный образец № 116878 от 09. 10. 2019г.) и апробирован (протокол клинической апробации № 2018–18–2) алгоритм отбора пациентов на ЛР при туберкулемах. Кроме МСКТ-признаков, допускающих лазерные резекции при туберкулемах, алгоритм учитывает данные интраоперационной ревизии внутриплевральных изменений (выраженность спаечного процесса с оценкой его распространенности) (Рис. 5, Таблица 8).

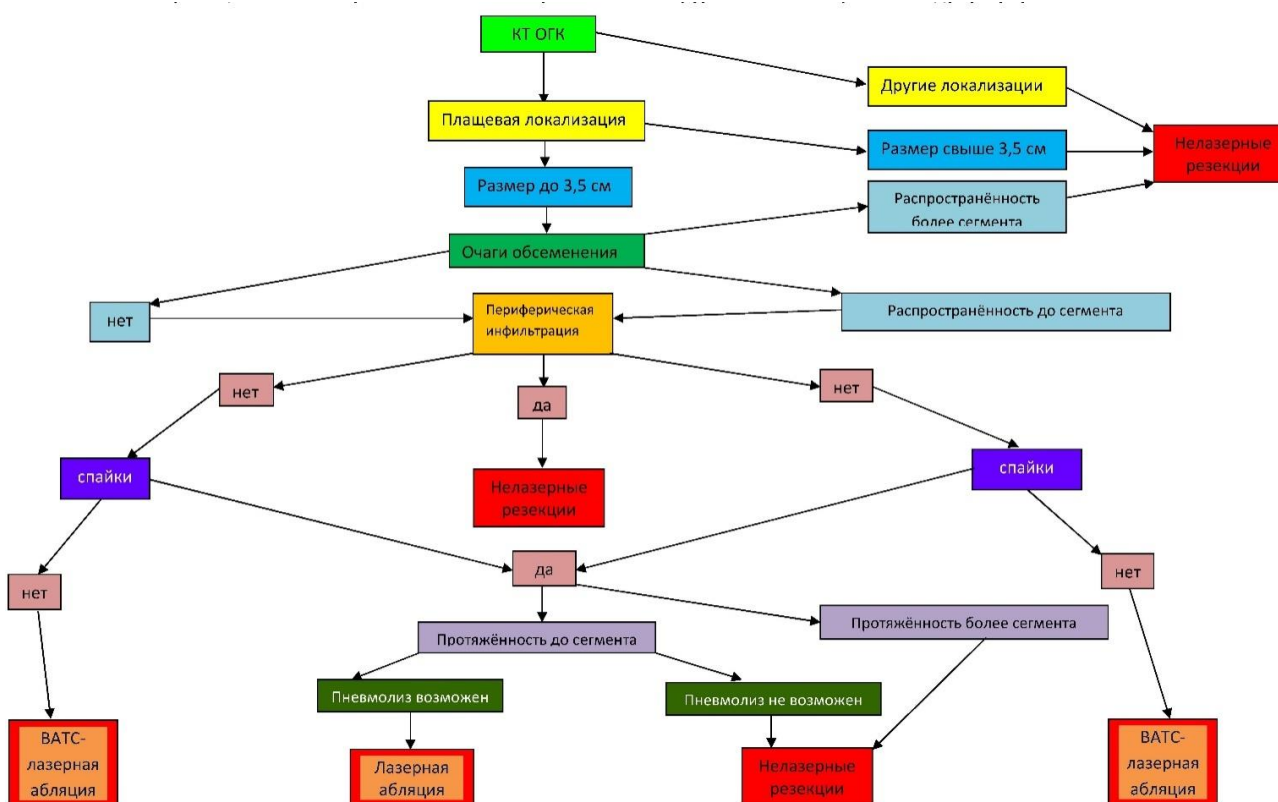


Рис. 5 – Схема отбора пациентов на оперативное лечение с применением хирургического лазера при туберкулемах легких

Таблица 8 – Критерии отбора пациентов на оперативное лечение с применением хирургического лазера при туберкулемах легких

| Признак, допускающий лазерную резекцию | Обоснование |
|--|--|
| Плащевая локализация | При локализации туберкулемы глубже 2см от поверхности висцеральной плевры диаметр дренирующего бронха и вовлеченных в процесс сосудов будет превышать 0,2см и ЛР без дополнительных герметизирующих методики не могут обеспечить адекватные гемо- и аэростаз |
| Размер туберкулезного фокуса не более 4см в максимальном своем измерении | При размере туберкулемы более 4см в максимальном своем измерении диаметр дренирующего бронха и вовлеченных в процесс сосудов будет превышать 0,2см и ЛР без дополнительных герметизирующих методик не могут обеспечить адекватные гемо- и аэростаз |
| Очаги обсеменения в пределах пораженного сегмента | ЛР при наличии очагов обсеменения за пределами пораженного сегмента обуславливает высокий риск местного обострения туберкулезного процесса |
| Периферическая инфильтрация | ЛР при инфильтрации большого объема обуславливает высокий риск местного обострения туберкулезного процесса |
| Спайки в пределах пораженного сегмента | Распространенность спаечного процесса за пределами пораженного сегмента повышает риск синдрома продолженного сброса в раннем послеоперационном периоде |
| Возможность пневмолиза в зоне операции | Выраженность спаечного процесса даже в пределах пораженного сегмента повышает риск синдрома продолженного сброса в раннем послеоперационном периоде |

Указанного алгоритма мы придерживались при выполнении оперативных вмешательств. Приемлемость использования алгоритма мы оценивали по результатам выполнения оперативных вмешательств. Учитывались данные сравнительного анализа непосредственных результатов ЛР и АР (продолжительность, кровопотеря, экссудация, аэростаз), гистологического исследования резектатов, признаков раннего и позднего рецидива туберкулезного процесса в зоне оперативного вмешательства.

3.2. Результаты лазерных резекций легких при туберкулемах

Общая МСКТ-характеристика туберкулем, резецированных в рамках настоящего исследования у пациентов основной группы, имела следующий вид. Образования, расположенные в пределах плащевой зоны легкого, с

очагами обсеменения только в пределах пораженного сегмента, перифокальная инфильтрация минимальной степени выраженности. При этом размер образований составил $(1,5-3,4) \times (1,5-3,7) \times (1,5-2,7)$ см³. Размер наибольшей туберкулемы составил $3,4 \times 3,7 \times 2,5$ см³, наименьшей – $1,5 \times 1,5 \times 1,5$ см³. Другие рентгенологические характеристики туберкулезного процесса соответствовали перечню МСКТ-критериев, допускающих ЛР для хирургического лечения пациентов с туберкулемами легких (Таблица 8).

В основной группе всего было прооперировано 58 пациентов. Все пациенты были подвергнуты ЛР. Расширения объема вмешательства не потребовалось ни в одном случае. Пациенты отбирались на оперативное лечение в соответствии с общепринятыми показаниями и противопоказаниями к применению хирургических методов лечения туберкулем легких и с учетом разработанного алгоритма отбора пациентов на ЛР при туберкулемах. Благодаря прецизионному эффекту у 58 пациентов удалено 99 (медиана 2, среднее $1,7 \pm 0,09$) туберкулем: 48,5% правого легкого (48 из 99), 51,5% – левого (51 из 99). В основной группе пациентов по одной туберкулеме было удалено у 30 из 58 пациентов (51,8%). У 28 больных из 58 (48,2%) были удалены множественные туберкулемы: по 2 туберкулемы у 18 из 58 (31%), по 3 – у 7 из 58 (12%), по 4 у 3-х из 58 (5,2%).

Среднее количество лазерной энергии, затраченной на резекцию участка легкого с туберкулемой, составило: $35,28 \pm 14,38$ кДж. Распределение признака не было нормальным, поэтому корректнее говорить о доверительном интервале, который составляет $32,26 [25,26; 40,88]$ кДж. Данная характеристика напрямую зависит от объема резецируемого образования и их количества. И, следовательно, является энергетическим показателем воздействия на ткань легкого. Максимальное значение 66,54 кДж для удаления 1 образования размерами $2,9 \times 2,9 \times 3,5$ см³ у молодого мужчины 24 лет, минимальное – 13,1 кДж для удаления 2-х образований у мужчины 54 лет. Совокупное количество затраченной энергии характеризует продолжительность оперативного

вмешательства и зависит от размера и количества туберкулем. Удаление туберкулезных образований осуществлялась при установленной мощности лазера в 80 Ватт.

Образующийся при удалении образования, дым эвакуировался при помощи встроенного в установку LIMAX-120 высокопроизводительного дымоотсоса, который на входе имеет воздушный фильтр. Последний в ходе оперативного вмешательства имеет особенность загрязняться, что сказывается на эффективности использования лазера для резекции. Повышенное задымление в области операции приводит к большему отражению и рассеиванию луча лазера. Поэтому для выполнения резекции при задымлении операционного поля также расходуется больше энергии лазера.

Общая продолжительность операции составила 65 [55;75] мин. (распределение признака не было нормальным), максимальное время резекции 115 мин было в 2-х случаях.

Общий объем кровопотери во время операции составил 50 [33;70] мл (распределение признака не было нормальным). Количество отделяемого по дренажу за первые сутки составило 205 [145;190] мл.

Средняя продолжительность дренирования плевральной полости составила 4 [3;5] суток (распределение признака не было нормальным). Синдром неустойчивого аэростаза зафиксирован у 1 пациента, что потребовало дренирования плевральной полости в течение 21 суток. Расправление легкого достигнуто путем установки КББ в верхнедолевой бронх справа, удален через 5 месяцев. При рентгенологическом контроле в этом сроке легкое было расправленным, в области выполнения операции отмечался грубый рубец.

Осложнения в ближайшем послеоперационном периоде отмечались у 6 пациентов (10,2%) из 58 пациентов, среди которых отмечался свернувшийся гемоторакс, потребовавший оперативного вмешательства для удаления гемоторакса в 2-х случаях (33,3%) из 6. Пневмоторакс после удаления плеврального дренажа, потребовавший дренирования плевральной полости в 2-

х случаях (33,3%) из 6, 1 случай (16,7%) из 6 полисегментарной пневмонии, разрешившейся на фоне антибактериальной терапии, 1 (16,7%) случай из 6 синдрома неустойчивого аэростаза в послеоперационном периоде, потребовавший установки КББ для герметизации легкого и его последующего расправления.

Структура зарегистрированных осложнений у пациентов основной группы в соответствии с модифицированной шкалой Clavien–Dindo имела следующий вид. Осложнения III А класса – 3 (дренирование плевральной полости – 2 случая, выполнялись под местной анестезией, установка клапанного бронхоблокатора – 1 случай, выполнялась под местной анестезией), III В класса – 2 (роторакотомии для удаления свернувшегося гемоторакса, выполнялись под общим обезболиванием в 2-х случаях), II класса – 1 (полисегментарная пневмония, потребовавшая назначения антибиотиков широкого спектра действия, левофлоксацином в течение 10 суток с положительным рентгенологическим эффектом).

При анализе данных послеоперационного гистологического исследования резектата легкого морфологически туберкулез верифицирован в 100% наблюдений (58 из 58). В соответствии с классификацией морфологической активности туберкулезного процесса все удаленные туберкулемы были подразделены следующим образом: активный – 39 из 58 (84,5%), неактивный – 9 из 58 (14,5%). По линии резекции удаленного участка легкого признаков туберкулезного процесса обнаружено не было, что следует объяснить особенностью высокотемпературного воздействия направленной энергии лазера по линии резекции.

Заслуживает описания рентгенологическая картина легкого после ЛР в ранний послеоперационный период. На месте лазерного удаления туберкулемы определялся инфильтрат с участками просветления. Сроки возникновения указанных изменений были различными. Наибольшая выраженность изменений отмечалась через 2 недели после выполнения оперативного вмешательства у 58

из 58 пациентов (100%), что фиксировалось на КТ после операции (Рис. 6 а, 6 б).



Рис. 6 а

Рис. 6 б

Рис. 6 в

Рисунок 6 – 6 а: туберкулема перед операцией; 6 б: инфильтрат с участками просветления в зоне ЛР через 2 недели; 6 в: рубец в зоне ЛР через 6 месяцев

Данные рентгенологические изменения мы объясняем термическим, высокотемпературным воздействием хирургического лазера на легочную ткань, а также наличием участка гипоектаза легкого в области ушивания дефекта легочной ткани. Каких-либо клинических и лабораторных проявлений это не вызывало.

Приводим следующие клинические наблюдения. Наблюдение №1. Пациент П., мужчина 39 лет. Поступил на лечение в клинику с диагнозом туберкулема S2 левого легкого без бактериовыделения. Длительность заболевания до оперативного этапа лечения 3 месяца. Сопутствующей патологии не выявлено. Получал лечение по 3 стандартному режиму химиотерапии.

По данным предоперационной МСКТ, туберкулема локализуется в S2 левого легкого, размеры образования составляют $1,9*1,9*1,9$ см³, отмечается ограниченное обсеменение в виде единичных очагов полиморфного характера в пределах пораженного сегмента (Рис. 7 а). Была выполнена ЛР части S2 левого легкого по краю макроскопических изменений в режиме постоянного излучения с мощностью потока 80 Ватт. Продолжительность операции составила 30 мин.

Объем интраоперационной кровопотери составил менее 100 мл. Герметичность плевральной полости достигнута в операционной. Гладкое послеоперационное течение. Дренаж удален на 3-ьи сутки. На послеоперационном рентгенографическом контроле органов грудной клетки в зоне оперативного вмешательства определяется округлый фокус (Рис. 7 б).



Рис. 7 а

Рис. 7 б

Рис. 7 – 7а: туберкулема перед операцией; 7 б: линейный рубец в зоне ЛР через 3 года наблюдения

Резектат легкого исследован гистологически: гомогенная активная туберкулема, умеренно-активные фиброзно-казеозные очажки, по линии резекции признаков туберкулезных изменений нет. Отдаленный период наблюдения гладкий. Снят с диспансерного учета по излечении.

Наблюдение № 2. Пациент Ш., мужчина 34 лет. Поступил на лечение в клинику с диагнозом туберкулема S2 правого легкого без бактериовыделения. Длительность заболевания до оперативного этапа лечения 9 месяцев.

Сопутствующая патология: хронический вирусный гепатит С, неактивный. Получал лечение по 4 стандартному режиму химиотерапии.

По данным предоперационной МСКТ, туберкулема локализуется в S2 правого легкого, размеры образования составляют $2,2*2,2*2,2$ см³, отмечается ограниченное обсеменение в виде единичных очагов полиморфного характера в пределах пораженного сегмента (Рисунок 8 а). Была выполнена ЛР части S2 правого легкого с туберкулемой по краю макроскопических изменений в режиме постоянного излучения с мощностью потока 80 Ватт. Продолжительность операции составила 45 мин. Объем интраоперационной кровопотери составил 120 мл. Герметичность плевральной полости достигнута в первые сутки после операции. Гладкий послеоперационный период. Дренаж удален на 5-е сутки. На послеоперационном МСКТ-контроле органов грудной клетки в зоне оперативного вмешательства определяется инфильтрат, по размерам не превышающий изначальный фокус туберкулемы (Рисунок 8 б). Резектат легкого исследован гистологически: слоистая умеренно-активная туберкулема, по линии резекции – артефициальные (ожоговые) изменения без признаков туберкулеза. На контрольном визите через 1 месяц МСКТ-картина обострения (Рисунок 8 в). Далее на очередном контроле через 6 месяцев на фоне проводимой терапии отмечается выраженная положительная рентгенологическая динамика (Рисунок 8 г). Тактика, режим химиотерапии не пересматривался, поскольку изменения были расценены как реакция на ожог в зоне резекции. На следующем контрольном визите отчетливое формирование грубого фиброзного рубца в зоне ЛР (Рисунок 8 д).



Рис. 8 а

Рис. 8 б

Рис. 8 в

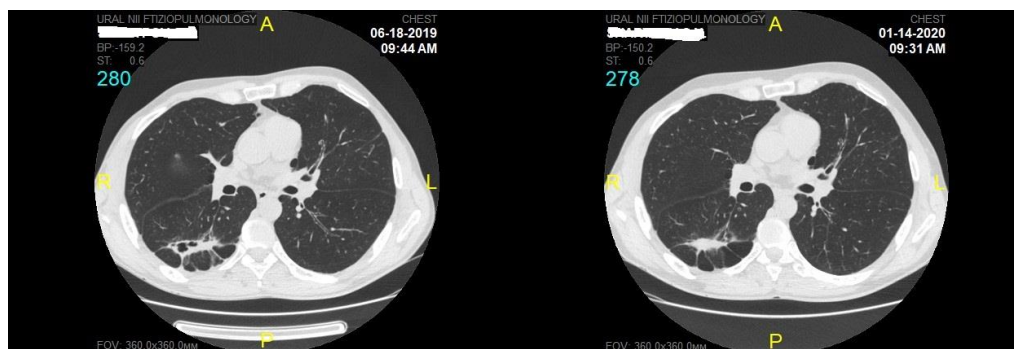


Рис. 8 г

Рис. 8 д

Рисунок 8 – 8а: туберкулема перед операцией; 8 б: инфильтрат в зоне ЛР через 2 недели; 8 в: обострение в зоне ЛР через 1 месяц; 8 г: регресс инфильтрата, формирование буллезных полостей в зоне ЛР через 7 месяцев; 8 д: грубый «тяжистый» рубец в зоне ЛР через 12 месяцев

Таким образом, выполнение ЛР при туберкулемах в соответствии с разработанным перечнем МСКТ-критериев, допускающих ЛР для хирургического лечения пациентов с туберкулемами легких, является

- 1) безопасной методикой, не требующей расширения объема вмешательства;
- 2) прецизионной - удалено всего 99 (медиана 2, среднее $1,84 \pm 0,12$) туберкулем, из них 2 у 31%, 3 у 12% и у 5,2% пациентов;
- 3) малотравматичной - кровопотеря составила 50 [33;70] мл, продолжительность, 65 [55;75] мин.; осложнения, потребовавшие активной хирургической тактики не многочисленны, ША класса – 3, Ш В класса – 2, II класса – 1;

4) асептической – по данным морфологического исследования по линии резекции удаленного участка легкого признаков туберкулезного процесса обнаружено не было, а зарегистрированный по данным МСКТ инфильтрат (100% наблюдений) на месте лазерного удаления туберкулемы с участками просветления на 2 неделе является местной реакцией тканей паренхимы легкого на высокотемпературное воздействие.

3.3. Результаты аппаратных резекций легких при туберкулемах

Согласно дизайну работы, 58 пациентам основной группы ретроспективно были подобраны сопоставимые по анализируемым критериям пары по принципу «случай-контроль». В контрольной группе пациентам с туберкулемами легких была выполнена АР с применением сшивающих аппаратов Covidien DST Series с шириной кассеты 60мм. МСКТ-характеристика туберкулем основной и контрольной групп была сопоставима: образования, расположенные в пределах плащевой зоны легкого, с очагами обсеменения только в пределах пораженного сегмента, перифокальная инфильтрация минимальной степени выраженности.

В результате 58 АР различных локализаций всего было удалено 68 туберкулем (медиана 1, среднее $1,34 \pm 0,07$): 55,9% правого легкого (38 из 68), 44,1% – левого (30 из 68). В контрольной группе пациентов по одной туберкулеме было удалено у 48 из 58 пациентов (82,8%), у 10 больных из 58 (17,2%) были удалены множественные туберкулемы в количестве 2 шт.

Общая продолжительность операции составила 55 [45; 60] мин. (распределение признака не было нормальным).

Общий объем кровопотери во время операции составил 70 [50; 165] мл (распределение признака не было нормальным). Количество отделяемого по дренажу за 1-е сутки 230 [170; 215] мл.

Средняя продолжительность дренирования плевральной полости составила 4 [3; 6] суток (распределение признака не было нормальным). Максимальное

значение стояния плеврального дренажа составила 15 суток. Осложнения в ближайшем послеоперационном периоде отмечались у 9 пациентов (15,5%) из 58 пациентов. Продолжающееся кровотечение в течение первых суток после операции, потребовавшее оперативного вмешательства для выполнения хирургического гемостаза, имело место в 3-х случаях (33,3%) из 9. Замедленное расправление легкого – в 3-х случаях (33,3%) из 9, данное осложнение разрешилось на фоне выполнения дыхательной гимнастики и физиопроцедур на грудную клетку. Продолженный сброс воздуха по плевральному дренажу отмечался в 2-х случаях (22,2%) из 9. В одном случае герметизация легкого завершилась самостоятельно, в одном случае потребовалось установить КББ в нижнедолевой бронх слева. Впоследствии КББ был удален через 5 месяцев. Дальнейшее течение – без особенностей. Плевральный выпот в 1 случае (11,2%) из 9, лечился пункцией плевральной полости и физиотерапевтическими процедурами.

Структура зарегистрированных осложнений у пациентов основной группы в соответствии с модифицированной шкалой Clavien–Dindo имели следующий вид. Осложнения III А класса – 2 (пункция плевральной полости – 1 случай, выполнялась под местной анестезией, установка клапанного бронхоблокатора 1 случай, выполнялась под местной анестезией), III В класса – 3 (реторакотомии для ревизии плевральной полости, остановки внутриплеврального кровотечения, выполнялись под общим обезболиванием в 3-х случаях), I класса – 4 (физиотерапия и дыхательная гимнастика по поводу остаточной плевральной полости в 3-х случаях, в 1 случае длительное стояние плеврального дренажа при негерметичности легкого позволило герметизировать легкое).

При анализе данных послеоперационного гистологического исследования резектата легкого морфологически туберкулез верифицирован в 100% наблюдений (58 из 58). В соответствии с классификацией морфологической активности туберкулезного процесса все удаленные туберкулемы были

подразделены следующим образом: активные – 51 из 58 (87,9%), неактивный – 7 из 58 (12,1%).

При исследовании линии резекции удаленного участка легкого признаки туберкулезного процесса были обнаружены в 20,7% случаев (12 из 58), из них эпителиоидноклеточные гранулемы – 8 (13,8%). (Уточняем: данные признаки определялись макро- и микроскопически при морфологическом исследовании резецированного участка легкого).

Рентгенологические признаки обострения туберкулезного процесса в послеоперационном периоде отмечены в 3% случаев. Данные изменения мы расцениваем как естественное течение туберкулезного процесса на фоне недостаточно эффективной химиотерапии.

Приводим следующие клинические наблюдения. Пациент Р., мужчина 31 года. Поступил на лечение в клинику с диагнозом туберкулема S3 левого легкого без бактериовыделения. Длительность заболевания до оперативного этапа лечения составила 4 месяца. Сопутствующей патологии нет. Получал лечение по 3 стандартному режиму химиотерапии. Из Рис. 9 видно, что, по данным предоперационной МСКТ, туберкулема S3 левого легкого находится в фазе уплотнения.

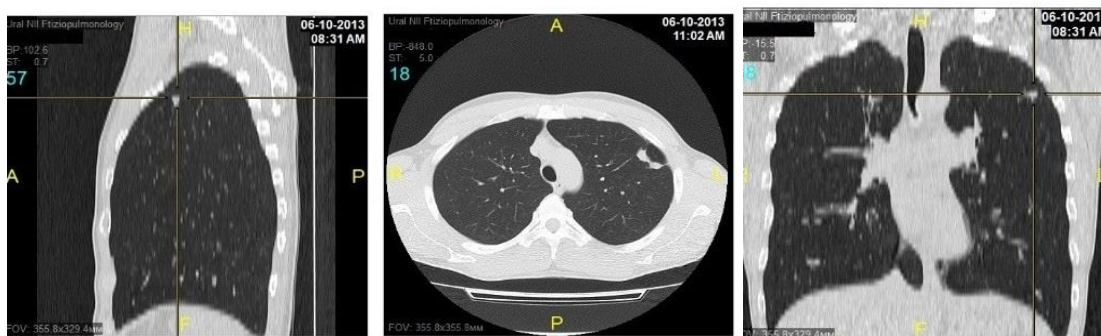


Рис. 9 а

Рис. 9 б

Рис. 9 в

Рисунок 9 – Туберкулема перед операцией: 9 а: аксиальный срез; 9. б: сагиттальный срез; 9 в: фронтальный срез

Была выполнена AP верхней доли левого легкого с использованием линейного сшивающего аппарата серии TA DST с длиной скрепочных танталовых

швов 60 мм и высотой скрепки 4,8 мм. Продолжительность операции составила 25 мин. Объем интраоперационной кровопотери составил менее 100 мл. Герметичность плевральной полости достигнута в первые сутки после операции. Гладкое послеоперационное течение. Дренаж удален на 5-е сутки. Продолженного сброса воздуха по дренажу не отмечено. На послеоперационном рентгенографическом контроле органов грудной клетки в зоне механического шва участок гипопктаза регрессировал на 2-е сутки с незначительными остаточными изменениями. Резектат легкого исследован гистологически. В респираторной ткани единичные умеренно-активные фиброзно-казеозные очажки. По линии резекции – конгломераты склерозирующихся ЭК-гранулем в респираторной ткани.

Таким образом, выполнение АР в контрольной группе в сравнении с ЛР в основной группе при сопоставимых процессах отличались

1) меньшей прецизионностью – удалено 68 туберкулем (медиана 1, среднее $1,05 \pm 0,03$), из них множественные не превышали 2 шт. за одну операцию.

2) меньшей асептичностью – по данным морфологического исследования по линии резекции удаленного участка легкого признаки туберкулезного процесса были обнаружены в 20,7% случаев (12 из 58), из них эпителиоидноклеточные гранулемы – 8 (13,8%). А рентгенологические признаки обострения туберкулезного процесса в послеоперационном периоде отмечены в 3% случаев.

3.4. Результаты сравнительного анализа прецизионного эффекта лазерных резекций легких при туберкулемах

Сравнительный анализ прецизионного эффекта ЛР при туберкулемах основан на расчете объемной доли туберкулемы в резектате при ЛР и АР в условиях *in vitro*. Результаты анализа позволили обосновать целесообразность выбора ЛР у пациентов с туберкулемами легких с точки зрения минимизации операционной травмы и математически доказать прецизионность методики.

Как указывалось выше, было сформировано 2 группы: ЛР и АР, по 10 резектатов в каждой. При этом МСКТ-характеристика туберкулем основной и контрольной групп была сопоставима и соответствовала предлагаемым критериям отбора пациентов на ЛР.

Из Таблицы 9 видно, что среднее значение объема резектата в случае ЛР статистически значимо меньше, чем при АР, $14 \pm 7,4 \text{ см}^3$ против $30 \pm 9,7 \text{ см}^3$, разница статистически значимая ($p < 0,05$).

Таблица 9 – Объем удаленной ткани при ЛР и АР

| Номер объекта | Группа ЛР, см ³ | Группа АР, см ³ |
|------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 10 | 20 |
| 2 | 5 | 15 |
| 3 | 10 | 35 |
| 4 | 15 | 35 |
| 5 | 25 | 20 |
| 6 | 20 | 25 |
| 7 | 25 | 30 |
| 8 | 5 | 40 |
| 9 | 10 | 45 |
| 10 | 15 | 35 |
| Среднее значение | $14 \pm 7,4$ | $30 \pm 9,7$ |

Несмотря на полученную статистически значимую разницу средних значений, мы наблюдали приблизительно равные объемы резецируемой ткани при разных методиках, в первой группе резектат № 5 и во второй группе резектат № 7 равны по объему удаленной ткани и составили по 25 см^3 соответственно. Следовательно, чтобы убедиться в прецизионности методики, необходимо рассчитать соотношение патологически измененной и интактной ткани в резектате.

Как видно из Таблицы 10, пораженный участок паренхимы легкого при ЛР резецируется в условиях визуального контроля с минимальной потерей интактной легочной ткани.

Таблица 10 – Доля объема пораженного участка ткани резектата при ЛР

| Номер образца | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| V резектата, см ³ | 10 | 5 | 10 | 15 | 25 | 20 | 25 | 5 | 10 | 15 |
| V туберкулемы, см ³ | 9,4 | 3,4 | 8,5 | 8,6 | 18,7 | 15,6 | 18,7 | 2,2 | 7 | 10,6 |
| Отношение Vтуб./Vрез. | 0,94 | 0,68 | 0,85 | 0,57 | 0,75 | 0,78 | 0,75 | 0,44 | 0,7 | 0,71 |

Как видно из Таблицы 11, при АР вместе с пораженным участком паренхимы уносится достаточно большой массив интактной ткани, около 75%, а средний объем туберкулемы не превышает 25% от общего объема удаленного участка.

Таблица 11 – Доля объема пораженного участка ткани резектата при АР

| Номер объекта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|------|------|
| V резектата, см ³ | 20 | 15 | 35 | 35 | 20 | 25 | 30 | 40 | 45 | 35 |
| V т-мы, см ³ | 2,2 | 4,7 | 11,2 | 8,6 | 2,7 | 2,9 | 8,6 | 13,4 (2шт.) | 25,4 | 9,8 |
| Отношение Vрез/Vтуб | 0,11 | 0,31 | 0,32 | 0,25 | 0,14 | 0,12 | 0,27 | 0,34 | 0,56 | 0,28 |

Следовательно, одним из существенных ограничений для АР может стать именно локализация поражения, поскольку при наложении аппаратного шва мы должны исключить риск:

- 1) вскрыть капсулу туберкулемы в операционной ране, что может спровоцировать обострение туберкулезного процесса;
- 2) повреждения сосудов и бронхов диаметром свыше 0,5 см, что стать причиной интраоперационных или отсроченных кровотечений, а также формирования бронхо-плевральных свищей и синдрома продолженного сброса.

Проведенный анализ прецизионности ЛР показал, что среднее значение объема резектата при ЛР статистически значимо меньше, чем при АР – $14 \pm 7,4$ см³ и $30 \pm 9,7$ см³ соответственно, $p < 0,05$ (Рис. 10).

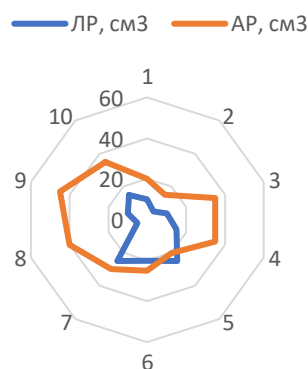


Рис. 10 – Объем резектата при ЛР и АР

В то же время сравнительный анализ объемной доли туберкулемы в резектате при ЛР и АР показал, что средний объем туберкулемы в резектате при ЛР составляет $0,72 \pm 0,13$ (72%), что значительно больше, чем $0,25 \pm 0,13$ (25%) – при АР, $p < 0,05$ (Рис. 11).

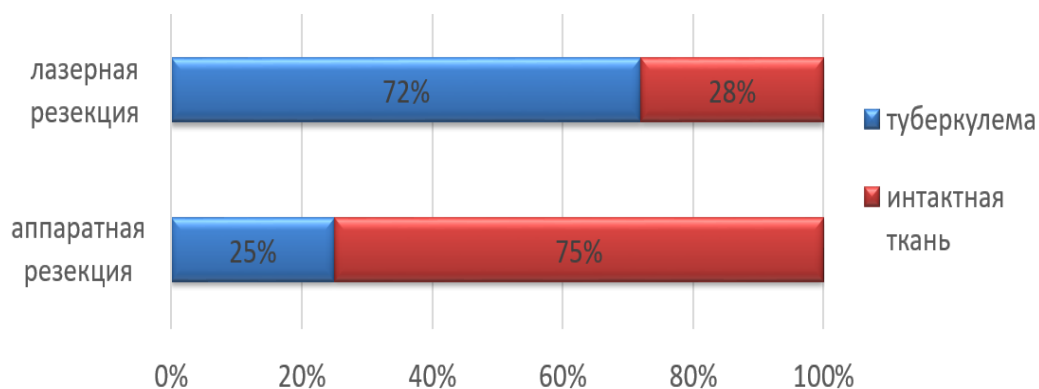


Рис. 11 – Объемная доля туберкулемы в резектате

Таким образом, при исследовании объемной доли туберкулемы в резектате при различных видах оперативных вмешательств мы пришли к следующим выводам.

Во-первых, при туберкулемах легких, представляющих собой: а) одиночное ограниченное образование легких, чьи размеры превышают размеры сегмента легкого или б) множественные ограниченные образования легких, представляющие единый туберкулезный конгломерат, недифференцируемый при интраоперационной ревизии, предпочтительнее выбирать традиционные

методики резекции (лобэктомия, сегментарная или АР), поскольку объем пораженного участка легкого стремится к общему объему резектата.

Во-вторых, соблюдение разработанных критериев отбора больных на ЛР легких при туберкулемах обеспечивает прецизионный эффект оперативных вмешательств.

3.5. Результаты комбинированных резекций легких при туберкулемах.

Анализ опыта

Необходимо отметить, что методика ЛР является не только безопасной и равно эффективной альтернативой АР при хирургическом лечении туберкулем легких, но и позволяет улучшить результаты хирургического лечения распространенных форм туберкулеза легких, в том числе ранее оперированного легкого.

У 17 пациентов, как указывалось выше, были выполнены комбинированные резекции. Показанием к комбинированной резекции являлось наличие множественных поражений легкого, различных по своим характеристикам патологического процесса. Все пациенты были подвергнуты комбинированным резекциям в объеме АР – 11 (64,7%) или лобэктомии (35,3%), дополненных ЛР. Из 17 больных с комбинированной резекцией у 13 человек дополнительная ЛР была выполнена в нижней доле легкого.

Комбинированная резекция представляла собой лазер-дополненную АР.

При анализе данных послеоперационного гистологического исследования резектата легкого морфологически туберкулез верифицирован в 100% наблюдений (17 из 17). В соответствии с классификацией морфологической активности туберкулезного процесса все удаленные туберкулемы были подразделены следующим образом: высокий уровень туберкулезной активности – 4 из 17 (23,5%), умеренная активность – 9 из 17 (53%), стихающая – 4 из 17 (23,5%).

Все пациенты были подвергнуты комбинированным резекциям в объеме АР – 11 (64,7%) или лобэктомии (35,3%) различных локализаций, преимущественно верхней доли 13 (76,5%), с дополнением лазерного удаления туберкулем, преобладающая локализация – в S6, 14 (82,4%).

Общая продолжительность операции составила 75 [45; 100] мин. Общий объем кровопотери во время операции составил 85 [45; 150] мл. Интраоперационных осложнений не было. Длительность послеоперационного дренирования плевральной полости составила 6 [2; 13] суток. Продолженный сброс воздуха по плевральному дренажу зафиксирован у 4-х пациентов, разрешившийся самостоятельно. У 3-х из них отмечались остаточные полости, также разрешившиеся без дополнительных процедур. Других послеоперационных осложнений отмечено не было.

Приведем клиническое наблюдение. Пациент К., мужчина 39 лет. Поступил на лечение в клинику с диагнозом множественные туберкулемы S2 и S6 левого легкого без бактериовыделения. Длительность заболевания до оперативного этапа лечения 14 месяцев. Сопутствующей патологии нет. Получал лечение по 4 стандартному режиму химиотерапии.

По данным рентгенологического архива и предоперационной МСКТ отмечаются множественные туберкулемы и очаги фиброзного характера в S2 и S6 слева, одиночный фокус с неровными контурами и однородной структуры размерами не более 1,5*1,8*2,3см³. При интраоперационной ревизии левого легкого в S6 слева обнаружен плотный конгломерат с множественными очагами обсеменения в пределах доли, в S2 слева – туберкулема размерами до 1,2 см. Была выполнена нижняя лобэктомия и ЛР части S3 с туберкулемой. Продолжительность операции составила 150 мин. Объем интраоперационной кровопотери составил 175 мл. Герметичность плевральной полости достигнута на 5-е сутки после операции. Гладкое послеоперационное течение. Дренаж удален на 8-е сутки. Продолженного сброса воздуха по дренажу не отмечено. На послеоперационном рентгенографическом контроле органов грудной клетки

отмечено замедленное расправление легкого, на 7-е сутки паракостальная остаточная полость с уровнем жидкости с последующей полной регрессией на 9-е сутки наблюдения. Резектат легкого исследован гистологически. В респираторной ткани умеренно-активные множественные туберкулемы и фиброзно-казеозные очаги. По линии лазерной резекции признаков туберкулезного процесса нет.

Таким образом, на небольшом клиническом материале была продемонстрировано, что применение ЛР позволяет снизить травматичность традиционной резекции легких при распространенных, в том числе двухсторонних туберкулезных поражениях.

3.6. Сравнительный анализ непосредственных результатов лазерных и аппаратных резекций легких при туберкулемах

Распределение по продолжительности операции в сравниваемых группах не было «нормальным»: 65 [55;75] мин в основной группе против 55 [45; 60] в контрольной. По длительности оперативного вмешательства в группе с ЛР операции были статистически значимо более длительными, $U=1364,5$, $p<0,05$. (Рис. 12).

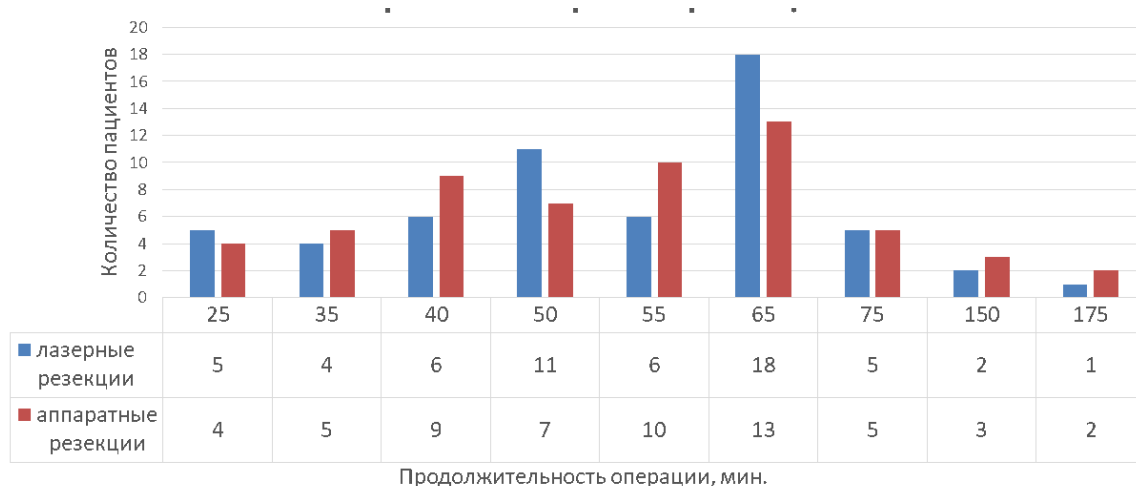


Рис. 12 – Продолжительность операции в основной и контрольной группах

Распределение объемов интраоперационной кровопотери в сравниваемых группах не было «нормальным»: 50 [45; 60] мл в основной группе против 70 [50;

165] в контрольной. Но при этом по величине интраоперационной кровопотери основная группа статистически значимо выглядела более предпочтительно по сравнению с контрольной группой, $U=2725$, $p<0,05$. (Рис. 13).



Рис. 13 – Объем интраоперационной кровопотери в основной и контрольной группах

Средняя продолжительность дренирования плевральной полости составила медиана 4 [3;6] суток в основной группе и 5 [4;8] – в контрольной (распределение признака не было нормальным, медиана [Q₁:Q₃]).

По длительности дренирования плевральной полости статистически значимых различий между двумя группами выявлено не было, $U=2306$, $p>0,05$. (Рис. 14).

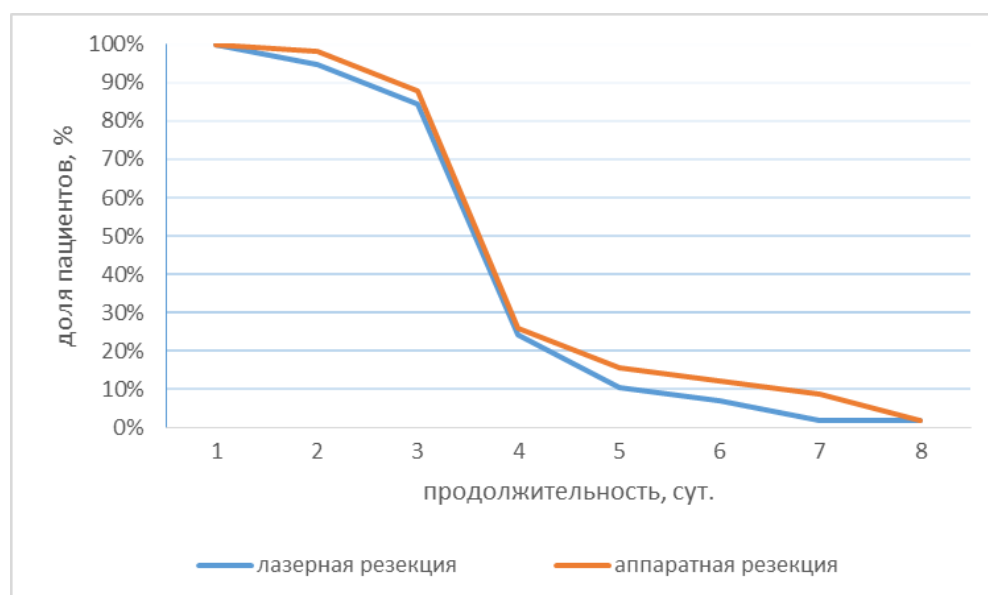


Рис. 14 – Продолжительность дренирования плевральной полости в основной и контрольной группах

Из Таблицы 12 видно, что по средней длительности дренирования плевральной полости в сравниваемых группах статистически значимых различий не выявлено, $p > 0,05$. Мы провели анализ причин продолжительности дренирования плевральной полости в раннем послеоперационном периоде в основной и контрольной группах. При этом продолжительность оставления дренажа обеспечена 2 условиями: отсутствием устойчивого аэростаза и сохранением экссудации на уровне выше 100 мл/сут. Выяснилось, что группы сопоставимы как по средней продолжительности дренирования плевральной полости, так и по структуре ее причин, $p > 0,05$.

Таблица 12 – Анализ причин продолжительности дренирования плевральной полости в основной и контрольной группах

| Признак | Дренирование | Аэростаз | | Экссудация (100мл/сут) | |
|---------|---------------|----------|-----------|------------------------|-----------|
| | Средняя, сут. | Сут. | Мах, сут. | Сут. | Мах, сут. |
| ЛР | 4 [3;5] | 4 [2;7] | 21 | 5 [4;6] | 8 |
| АР | 4 [3;6] | 6 [3;8] | 15 | 4 [3;5] | 6 |
| p | >0,05 | >0,05 | | >0,05 | |

Отдельно была проанализирована динамика достижения целевого уровня экссудации. В хирургической клинике УНИИФ это значение принято равным около 100мл/сут.

Из Рис. 15 видно, что группы сопоставимы по срокам достижения уровня экссудации равным 100 мл/сут., $p > 0,05$.

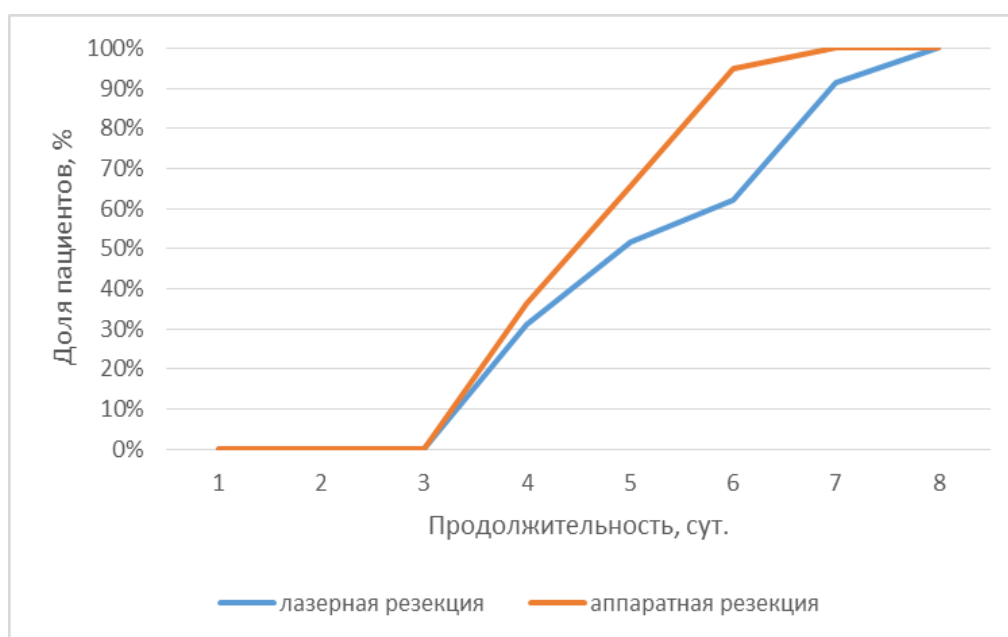


Рис. 15 – Динамика достижения целевого уровня экссудации (100мл/сут)

В соответствии с Таблицей 12, второй составляющей, обуславливающей длительность дренирования плевральной полости в раннем послеоперационном периоде у пациентов сравниваемых групп, является динамика наступления аэростаза. Из Рис. 16 видно, что группы сопоставимы по срокам наступления устойчивого аэростаза, $p > 0,05$.

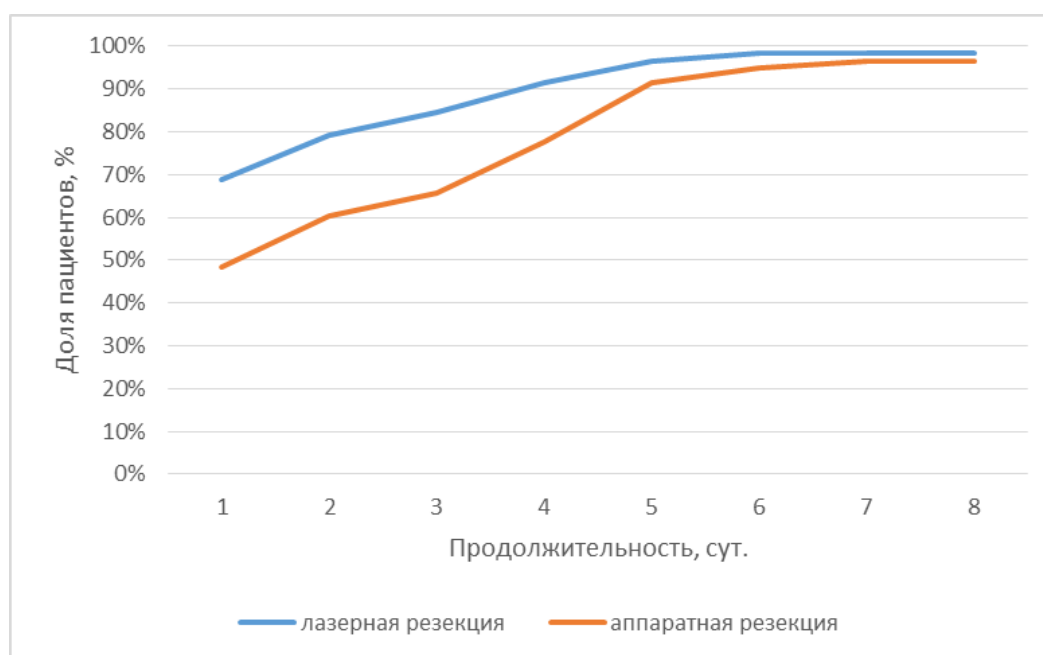


Рис. 16 – Динамика наступления аэростаза в основной и контрольной группах

Далее нами была проанализирована структура осложнений в обеих группах. По количеству осложнений отмечена следующая картина: 6 (10,2%) из 58 в основной группе и 9 (15,5%) из 58 в контрольной группе. Статистически значимых различий между группами по количеству послеоперационных осложнений выявлено не было. $\chi^2=0,678$, $p>0,05$. В абсолютных значениях основная группа по количеству осложнений выглядела более предпочтительно (Таблица 13).

Таблица 13 – Структура осложнений по шкале Clavien–Dindo

| Осложнения | | ЛР | | АР | |
|----------------|---|------|-------|------|-------|
| Класс по Dindo | Признак | Абс. | % | Абс. | % |
| I | остаточная плевральная полость | – | – | 4 | 6,9 |
| II | полисегментарная пневмония | 2 | 3,4 | – | – |
| IIIА | синдром неустойчивого азростаза | 1 | 1,7 | 1 | 1,7 |
| IIIА | плевральный выпот | – | – | 1 | 1,7 |
| IIIА | пневмоторакс | 1 | 1,7 | – | – |
| IIIВ | свернувшийся гемоторакс и/или продолжающееся кровотечение | 2 | 3,4 | 3 | 5,2 |
| Всего | | 6 | 10,2% | 9 | 15,5% |

По количеству осложнений I класса более предпочтительно выглядела основная группа, выявлены статистически значимые различия: $\chi^2=4,123$, $p<0,05$.

По количеству осложнений II класса статистически значимых различий между сравниваемыми группами не выявлено: $\chi^2=1,008$, $p>0,05$.

По количеству осложнений III А класса статистически значимых различий между сравниваемыми группами выявлено не было: $\chi^2=0,208$, $p>0,05$.

По количеству осложнений III В класса статистически значимых различий между сравниваемыми группами выявлено не было: $\chi^2=0,208$, $p>0,05$.

При ЛР, несмотря на характер высокотемпературного воздействия направленной энергией лазера по линии резекции, получаемый резектат пригоден для морфологического и гистологического исследований. У подавляющего большинства пациентов была диагностирована различная степень активности туберкулезных изменений, 49 (84,5%) при ЛР и 51 (87,9%) при АР

соответственно, $p > 0,05$. По линии резекции признаков туберкулеза при ЛР не выявлено, что следует объяснять особенностью высокотемпературного воздействия направленной энергии лазера по линии резекции. При АР выявлено 12 из 58 случаев (20,7%), из них 8 представлены эпителиоидно-клеточными гранулемами. Полученные данные свидетельствуют об обоснованности выполняемых резекций легких при туберкулемах, а также асептическом эффекте ЛР (Таблица 14).

Таблица 14 – Оценка морфологической активности туберкулезного процесса

| | Группа I | | Группа II | | p |
|-----------------------|----------|------|-----------|------|------------|
| | n=58 | | n=58 | | |
| | Абс. | % | Абс. | % | |
| Активный туберкулез | 49 | 84,5 | 51 | 87,9 | $p > 0,05$ |
| Неактивный туберкулез | 9 | 14,5 | 7 | 12,1 | $p > 0,05$ |

Однако ЛР в отличие от традиционной методики за одно оперативное вмешательство позволяет удалять большее количество туберкулем. В основной группе пациентов было удалено 99 (медиана 2; среднее $1,7 \pm 0,09$) туберкулем. Множественные туберкулемы были удалены у 28 из 58 пациентов (48,2%): 2 туберкулемы у 18 из 58 пациентов (31%), 3 туберкулемы у 7 из 58 пациентов (12%), 4 туберкулемы у 3 из 58 пациентов (5,2%). В контрольной группе было удалено 68 (медиана 1; среднее $1,34 \pm 0,07$) туберкулем. Множественные туберкулемы были удалены у 10 пациентов (17,2%), из них у всех по 2 туберкулемы.

3.7. Резюме

В рамках настоящей главы был проведен сравнительный анализ непосредственных результатов ЛР и АР. На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы.

Методика ЛР при туберкулемах, с точки зрения оперативного приема, может быть признана безопасной, а также при соблюдении предлагаемого авторами принципа отбора пациентов на оперативный этап лечения гарантирует реализацию органосохраняющего принципа. В таком случае нам необходимо максимально экономно иссечь макроскопически измененную паренхиму без грубых нарушений гистоархитектоники органа.

Кроме этого, имеющиеся литературные данные и накопленный нами опыт свидетельствуют о простоте методики, как в освоении, так и в исполнении, что среди прочего сказывается на ее безопасности.

А опыт применения комбинированных резекций туберкулем легких позволяет сделать вывод о возможности минимизировать травматичность традиционных оперативных приемов за счет уменьшения объема уносимой ткани при комбинации традиционных резекций и ЛР при множественных и двухсторонних туберкулезных процессах с использованием Nd:YAG лазера с длиной волны 1318 нм.

Глава 4. Клинико-рентгенологические исходы лечения у пациентов основной и контрольной групп

4.1. Отдаленные результаты лазерных резекций легких при туберкулемах

В группе пациентов, перенесших ЛР, были проанализированы результаты хирургического этапа лечения у 58 пациентов в сроке от 2 до 7 лет.

При этом, как видно из Рис. 17, отдаленные результаты лечения выглядят следующим образом. У 69% пациентов (40 из 58) отмечено полное клиническое выздоровление с последующим снятием с диспансерного учета. Часть больных – 15 (26%) после ЛР на момент сбора данных были клинически здоровы, но продолжали лечение согласно приказу МЗ РФ № 951 от 29.12.2014 г.

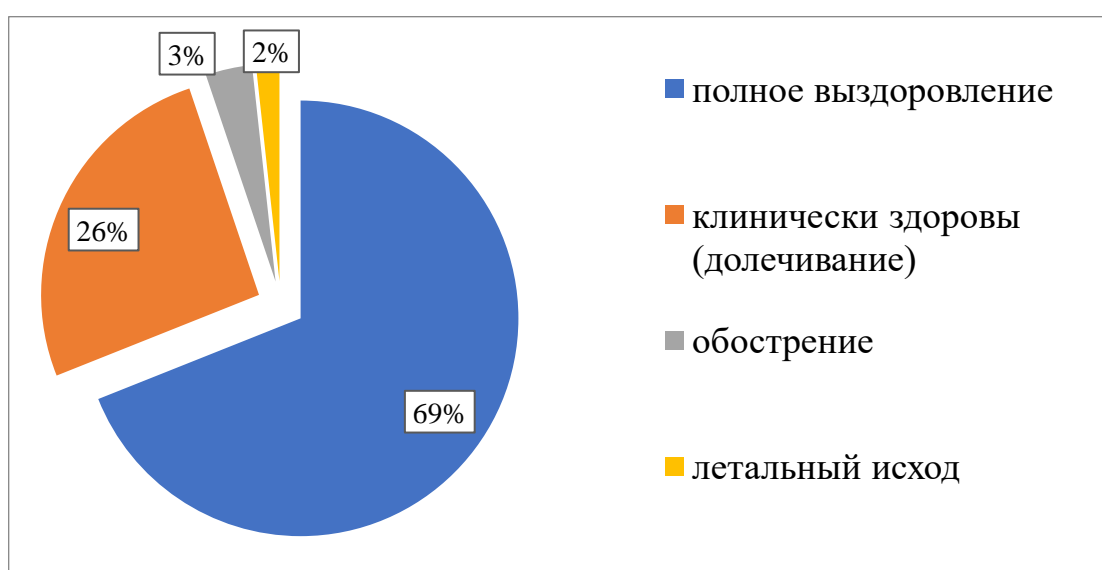


Рис. 17 – Клинические исходы лечения в группе ЛР

Реактивация (обострение) туберкулезного процесса выявлена у 2-х (3%) пациентов. Во всех случаях реактивация туберкулезного процесса проявила себя в виде инфильтративного туберкулеза оперированного легкого. В обоих случаях фтизиатрами отмечалось самовольное прерывание лечения, мотивированное значительным субъективным улучшением состояния. В обоих случаях после

лечения в специализированном фтизиатрическом отделении удалось стабилизировать обострение туберкулезного процесса.

Летальный случай, обусловленный обострением сопутствующей патологии, отмечен в 1 случае из 58 (2%).

Рентгенологическая картина легкого после ЛР в отдаленный период наблюдения имела следующий вид. Через 6 месяцев отмечалась полная регрессия участков просветления в 100% случаев и значительная, более чем в 2 раза, регрессия воспалительной инфильтрации, участков гипоектазов (Рис. 18 а, 18 б; Таблица 15).

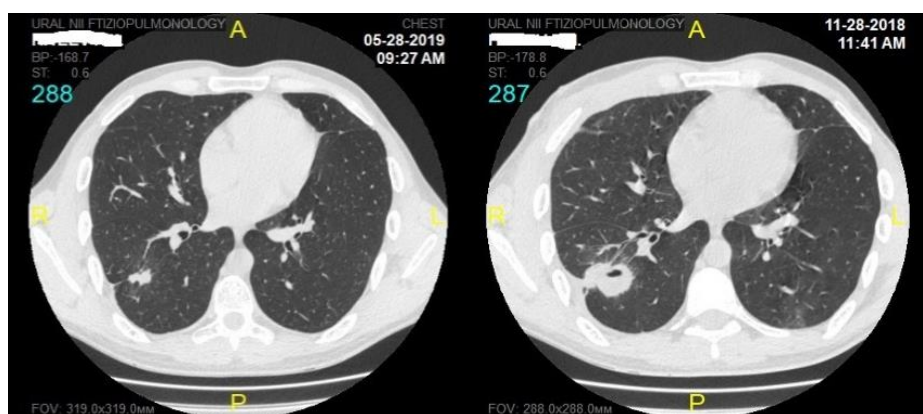


Рис. 18 а

Рис. 18 б

Рис. 18 – 18 а: инфильтрат с участком просветления в зоне ЛР через 2 недели; 18 б: неполный регресс инфильтрата без участка просветления в зоне ЛР через 6 месяцев

Полная регрессия рентгенологических изменений в виде рассасывания инфильтрации вокруг зоны операции с образованием тонкого линейного рубца отмечена через 12 месяцев после операции в 85% случаев (Рис. 19 а, 19 б, Таблица 15).

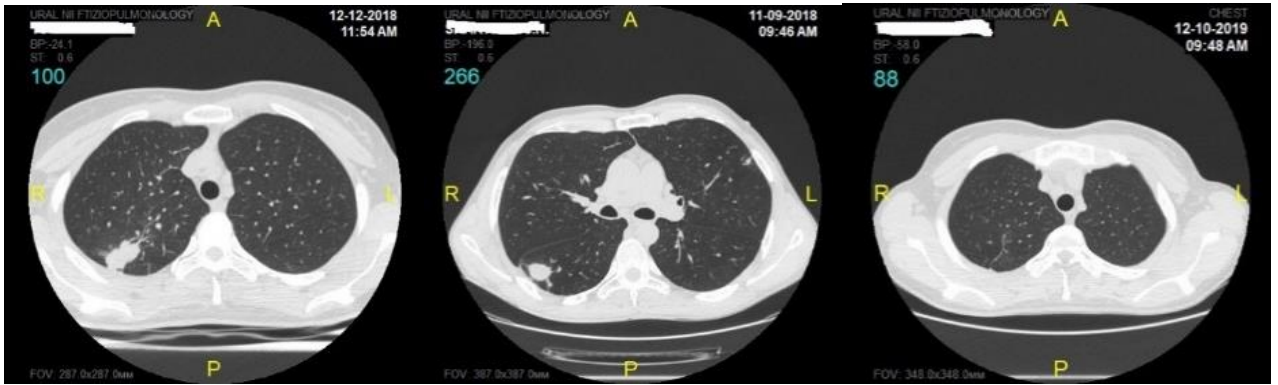


Рис. 19 а

Рис. 19 б

Рис. 19 в

Рис. 9 – 19 а: туберкулема перед операцией; 19 б: инфильтрат в зоне ЛР через 1 месяц; 19 в: тонкий линейный рубец в зоне ЛР через 12 месяцев

В 12% случаев отмечены рентгенологические изменения по типу тонкостенных воздушных полостей (булл) (Рис. 20 б, Таблица 15).

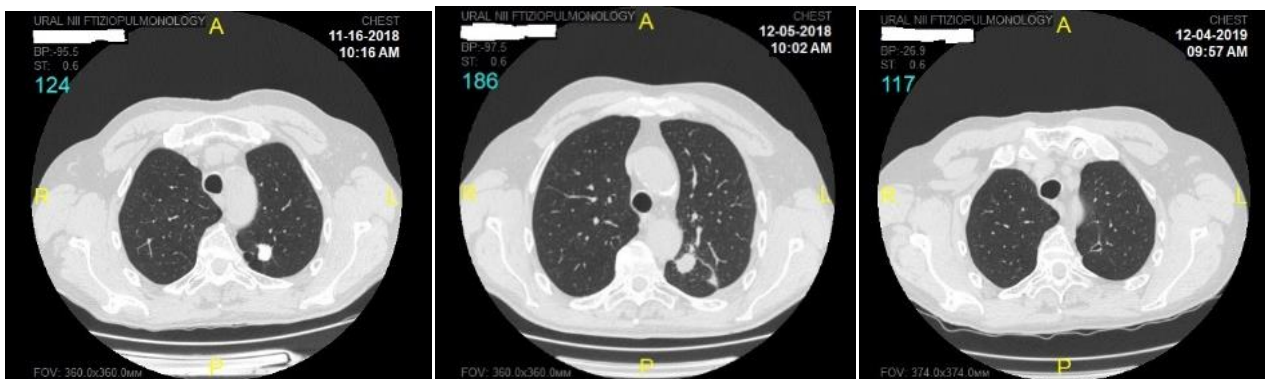


Рис. 20 а

Рис. 20 б

Рис. 20 в

Рис. 20 – 20а: туберкулема перед операцией; 20 б: инфильтрат в зоне ЛР через 3 недели; 20 в: булла в зоне ЛР через 12 месяцев

Реактивация туберкулезных изменений на отдаленном послеоперационном этапе в основной группе отмечена в 2-х случаях (3%). В обоих случаях реактивация объясняется либо отказом пациентов от дальнейшего лечения, либо проводимая терапия не учитывала данные об устойчивости МБТ (Рис. 21, Таблица 15).

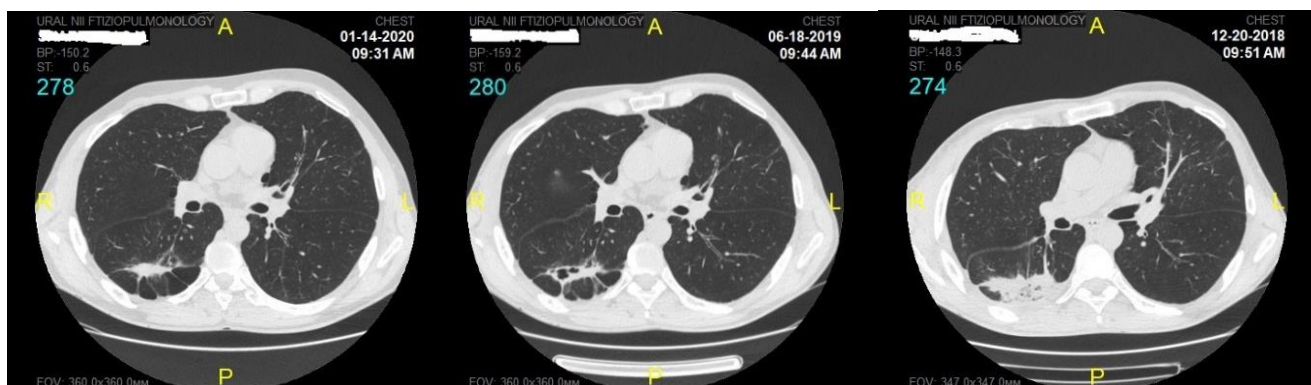


Рис. 21 а

Рис. 21 б

Рис. 21 в

Рис. 21 – 21 а: инфильтрат в зоне ЛР через 5 недель; 21 б: многокамерная булла с «тяжистыми» рубцами в зоне ЛР через 7 месяцев; 21 в: грубый «тяжистый» рубец в зоне ЛР через 12 месяцев

Таблица 15 – Анализ динамики рентгенологических изменений у пациентов основной группы

| МСКТ-картина | ИНФИЛЬТРАТ | | | | | | | | ОСТАТОЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ | | | |
|--------------|------------|-----|---------|----|---------|----|---------|----|----------------------|----|----------|----|
| | (2нед.) | | (1мес.) | | (3мес.) | | (6мес.) | | (12мес.) | | (36мес.) | |
| Сроки | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % |
| I | 0 | | 0 | | 0 | | 40 | 69 | 49 | 85 | 48 | 83 |
| II | 0 | | 6 | 10 | 39 | 67 | 16 | 28 | 7 | 12 | 9 | 15 |
| III | 58 | 100 | 52 | 90 | 19 | 23 | 2 | 3 | 2 | 3 | 0 | |

Комментарий. Размеры пострезекционных рентгенологических изменений по отношению к изначальному легочному поражению (туберкулемы): I – меньше; II – сопоставим; III – значительно превосходит.

Как говорилось ранее наблюдаемые рентгенологические изменения, в большинстве случаев полностью спонтанно регрессируют и возникают вследствие высокотемпературного воздействия лазерного излучения на легочную ткань.

Приводим клиническое наблюдение. Пациентка Г., 41 год. Длительность заболевания до оперативного этапа лечения 5 месяцев. Из сопутствующей патологии – сахарный диабет 2-го типа без инсулинопотребности, мочекаменная болезнь, ремиссия. Гипертоническая болезнь 3-я стадия, риск 4 степени. Лечение по 3 режиму противотуберкулезной химиотерапии.

Как видно из Рис. 22, определялись множественные туберкулемы S2 (размерами по 1,8 см) правого легкого с распадом и немногочисленными полиморфными очагами обсеменения (Рис. 22 а). Была выполнена ЛР части S2 правого легкого с туберкулемой на границе макроскопически измененных тканей. Продолжительность операции составила 80 мин. Объем интраоперационной кровопотери составил менее 100 мл. Герметичность плевральной полости достигнута в операционном зале. Гладкое послеоперационное течение. Дренаж удален на 2-е сутки. Продолженного сброса воздуха по дренажу не отмечено. Резектат легкого исследован гистологически. Гомогенные активная и умеренно-активная туберкулемы. По линии резекции множественные артефициальные изменения, соответствующие термокоагуляции ткани. Анализ отдаленных результатов лечения показал, что пациентка в ноябре 2017 г. была снята с диспансерного учета в связи с полным клиническим выздоровлением. Данных за рецидив / реактивацию за все время наблюдения не было. Пациентка была вызвана на рентгенологический контроль в ноябре 2017 г. В зоне операции сформировался тонкий линейный рубец (Рис. 22 б). Других изменений на КТ-сканах не отмечается.

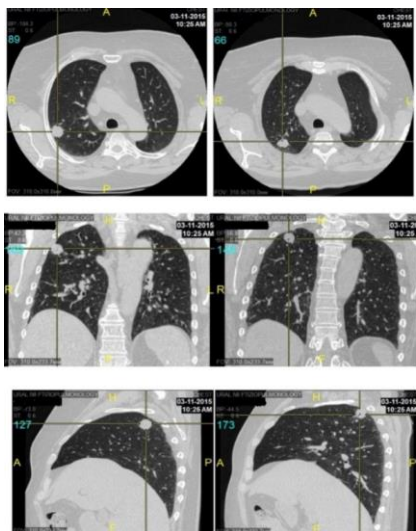


Рис. 22 а

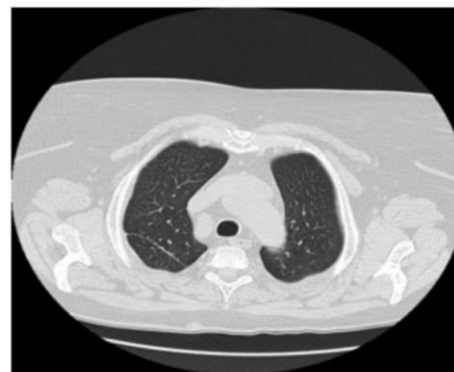


Рис. 22 б

Рис. 22 – 22 а: туберкулема перед операцией (фронтальный, саггитальный и аксиальный срезу); 22 б: линейный рубец в зоне ЛР через 3 года

4.2. Отдаленные результаты аппаратных резекций легких при туберкулемах

В контрольной группе были проанализированы результаты хирургического этапа лечения 40 пациентов в сроке от 2-х до 7 лет.

Отрыв от наблюдения зарегистрирован в 31% случаев (18 из 58). Отдаленные результаты лечения у пациентов, которых удалось отследить, – 69% (40 из 58) выглядят следующим образом. У 75% пациентов (30 из 40) отмечено полное клиническое выздоровление с последующим снятием с диспансерного учета. Часть больных – 5 (12,5%) после АР на момент сбора данных были клинически здоровы, но продолжали лечение согласно приказу МЗ РФ № 951 от 29.12.2014г. Реактивация (обострение) туберкулезного процесса выявлена у 4-х (10%) пациентов. Во всех случаях реактивация туберкулезного процесса проявила себя в виде инфильтративного туберкулеза оперированного легкого. Во всех случаях пациенты либо не принимали противотуберкулезную терапию после операции, либо терапия давалась без учета данных об устойчивости МБТ. Летальный исход отмечен у 1 из 40 пациентов (2,5%) от декомпенсации сопутствующей патологии (Рис. 23).

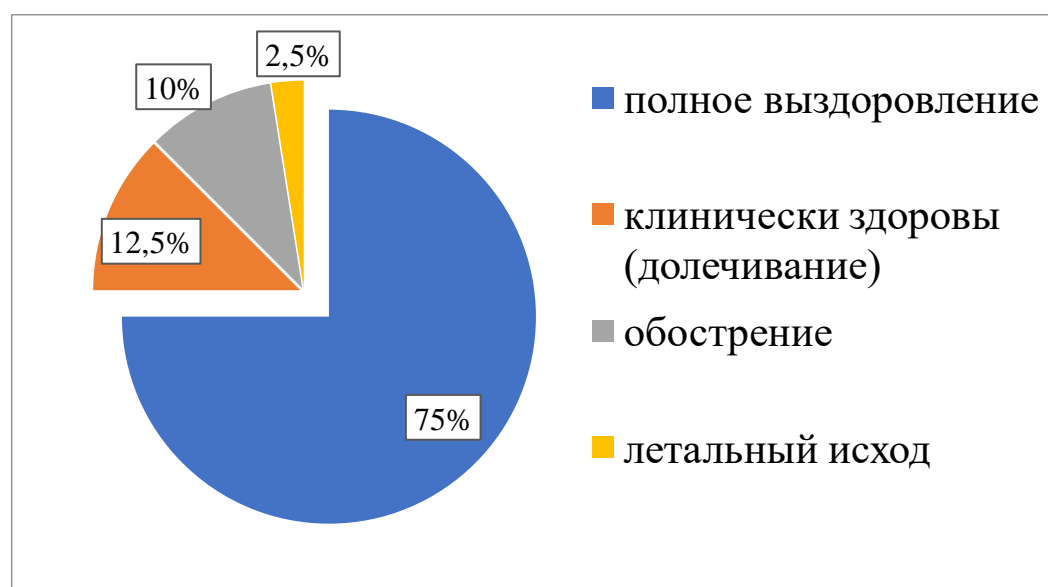


Рис. 23 – Клинические исходы лечения в группе АР

4.3. Сравнительный анализ отдаленных результатов лечения пациентов основной и контрольной групп

В основной группе нам различными способами удалось отследить всех пациентов, а в контрольной группе лишь 40 пациентов (69%) согласились на контакт или были отслежены через участковую фтизиатрическую службу. Можно предположить, что пациенты основной группы проявили большую заинтересованность в лечении, поскольку лечились с применением новых органосохраняющих технологий. В контрольной группе отмечена иная тенденция, но, тем не менее, контрольную группу можно считать репрезентативной, поскольку были отслежены результаты лечения около 2/3 пациентов.

Из Таблицы 16 видно, что подавляющее большинство пациентов обеих групп в различные сроки были сняты с диспансерного учета как достигнувшие полного клинико-рентгенологического выздоровления. В основной группе 40 из 58 пациентов (69%), а в контрольной группе 30 из 40 (75%). Статистически значимых различий не выявлено, $p > 0,05$. Неполное клиническое выздоровление отмечено у 15 из 58 пациентов (26%) в основной группе и 5 из 40 пациентов (12,5%) в контрольной группе. Различия статистически значимые, $p < 0,05$, что, вероятно, объясняется некоторым искажением статистики в результате отрыва от наблюдения 31% пациентов контрольной группы. В обеих группах зарегистрированы по случаю смерти от нетуберкулезных причин 1 из 58 случаев (2%) в основной группе и 1 из 40 случаев (2,5%) в контрольной группе. Статистически значимых различий нет, $p > 0,05$. Во всех случаях причиной стала декомпенсация сопутствующей патологии.

Таблица 16 – Клинические исходы лечения у пациентов обеих групп (наблюдение 24 месяца)

| Исход | Основная группа (n=58) | | Контрольная группа (n=40) | |
|----------------------------------|------------------------|---------|---------------------------|---------|
| | Абс. | Отн., % | Абс. | Отн., % |
| Клиническое выздоровление | 55 | 95 | 35 | 87,5 |
| Обострение | 2 | 3 | 4 | 10,0 |
| Смерть от нетуберкулезных причин | 1 | 2 | 1 | 2,5 |

Кроме этого, при исследовании резектата у подавляющего большинства пациентов была подтверждена активность туберкулезных изменений, 49 (84,5%) при ЛР и 51 (87,9%) при АР соответственно. Статистически значимые различия отсутствуют. Однако влияния этих факторов на отдаленные результаты лечения мы не увидели.

Реактивация (обострение) туберкулезных изменений в отделенном послеоперационном этапе отмечена в 2-х случаях (3%) в основной группе и 4-х случаях (10%) в контрольной группе, различия статистически значимые, $p < 0,05$ (Таблица 15), что, скорее всего, объясняется некоторым искажением статистики в результате отрыва от наблюдения 31% пациентов контрольной группы. Во всех случаях реактивация объясняется либо отказом пациентов от дальнейшего лечения, либо проводимая терапия не учитывала данные об устойчивости МБТ. Так, в основной группе от дальнейшего лечения отказались 2 (3%) пациента сразу после выписки из хирургического стационара (они были убеждены, что операция излечила их от туберкулеза). В контрольной группе от дальнейшего лечения отказались сразу после выписки из хирургического стационара 1 (2,5%) пациент, на этапе завершения основного курса противотуберкулезной химиотерапии 1 (2,5%) пациент, 2 (5%) пациента вследствие плохой переносимости показанных им препаратов получали редуцированный курс химиотерапии.

4.4. Резюме

Анализ отдаленных результатов лечения пациентов при туберкулемах легких в основной и контрольной группах показал, что предлагаемый принцип отбора оказывает положительное влияние на отдаленные результаты лечения, но статистически значимых различий по ключевым анализируемым критериям выявлено не было. Сами результаты могут быть оценены как достаточно высокие: 70% и более достигли полной клинической реконвалесценции.

Глава 5. Заключение

Расширение показаний к оперативному лечению туберкулеза по-прежнему остается дискуссионным. В разное время о важности активной хирургической тактики говорили практически все корифеи отечественной школы фтизиохирургии [16; 36; 66; 77; 80]. Использование хирургического метода позволяет повысить эффективность лечения туберкулеза легких до 90–98% [84; 85; 93].

При анализе специальной литературы, посвященной применению хирургических методов лечения туберкулеза легких, отмечено, что в настоящее время в России из числа фтизиохирургических преобладают операции при ОФТЛ: на 2017 г. данный показатель составил 76,5% [117].

При этом в современной фтизиохирургии, как и в других хирургических специальностях, доминирует принцип органосохраняющих операций. Наряду с уменьшением травматичности оперативного доступа постоянно ведется работа по минимизации объемов оперативного приема и как следствие – устранения клинических проявлений постагрессивного синдрома. С этой целью ограниченные резекции легких с помощью сшивающих аппаратов в ряде случаев с успехом могут быть заменены альтернативными прецизионными методиками. На сегодня экспериментально и клинически установлено, что наиболее безопасной методикой резекции легких при ограниченных образованиях является ЛР, о чем свидетельствует ее широкое распространение в торакальной онкологической хирургии [60; 66; 82; 165; 209].

Существующие алгоритмы отбора пациентов на органосохраняющее оперативное вмешательство не предусматривают применение ЛР легких при туберкулемах.

Работа основана на анализе результатов лечения 116 пациентов с туберкулемами легких, прооперированных в хирургической клинике Уральского НИИ фтизиопульмонологии в период с июня 2013 по июнь 2019 гг. Пациенты

основной (проспективной) группы перенесли ЛР. Пациенты контрольной (ретроспективной) группы перенесли АР. Нами был предложен перечень МСКТ-критериев (размер процесса, количество очагов обсеменения, распространенность обсеменения, выраженность спаечного процесса, наличие перифокальной инфильтрации), допускающих ЛР легких при туберкулемах.

В результате осмысления данных литературы и полученного опыта нами были сформулированы показания для прецизионных операций при туберкулемах, а также создан и запатентован алгоритм «Схема отбора пациентов на оперативное лечение с применением хирургического лазера при туберкулемах легких».

Пациенты были подразделены на 2 группы в зависимости от рентгенологических характеристик туберкулезного процесса и вида, выбранного для них оперативного вмешательства.

I группа – пациенты, которым была выполнена ЛР при туберкулемах легких.

II группа – пациенты, которым была выполнена АР при туберкулемах легких.

Сравнительный анализ проводился в основной и контрольной группах. Дополнительная группа, сформировавшаяся в процессе работы, иллюстрирует опыт использования ЛР в объеме комбинированного оперативного вмешательства. В основной и контрольной группах пациентов оценке подлежал ряд показателей: длительность оперативного вмешательства, интраоперационная кровопотеря, продолжительность дренирования плевральной полости, динамика отделяемого по дренажу в послеоперационном периоде, послеоперационные осложнения и наличие признаков туберкулеза по линии резекции легкого.

Выяснилось, что ЛР в сравнении с АР за одно оперативное вмешательство позволяют удалять большее количество туберкулем. В основной группе пациентов было удалено 99 (медиана 2; среднее $1,7 \pm 0,09$) туберкулем, их них множественные туберкулемы были удалены у 28 из 58 пациентов (48,2%). В контрольной группе было удалено 68 (медиана 1; среднее $1,34 \pm 0,07$) туберкулем,

их них множественные туберкулемы были удалены у 10 пациентов (17,2%), из них у всех по 2 туберкулемы. Различия статистически значимые, $p < 0,05$

Различная степень активности туберкулезных изменений диагностированы в 84,5% в основной группе, 87,9% в контрольной группе, статистически значимых различий не выявлено, $p > 0,05$. Однако в основной группе по линии резекции признаков туберкулеза не выявлено, а в контрольной группе они составили 20,7%, $p > 0,05$.

В основной группе оперативные вмешательства протекали статистически значимо дольше: 65 [55;75] мин. в основной группе, 55 [45; 60] мин. в контрольной группе, $p < 0,05$.

По объемам интраоперационной кровопотери основная группа статистически значимо выглядела более предпочтительно по сравнению с контрольной группой. В основной группе 50 [33;70] мл, в группе сравнения составило 70 [50; 165] мл, $p < 0,05$. Общая продолжительность операции составила (распределение признака не было нормальным).

По средней длительности дренирования плевральной полости в сравниваемых группах статистически значимых различий не выявлено, в основной группе она составила 4 [3;5] суток, а в контрольной группе – 4 [3;6] суток, $p > 0,05$. При этом выяснилось, что группы сопоставимы как по средней продолжительности дренирования плевральной полости, так и по структуре ее причин, $p > 0,05$.

Статистически значимых различий между группами по количеству послеоперационных осложнений выявлено не было, 6 (10,2%) из 58 в основной группе и 9 (15,5%) из 58 в контрольной группе в $X^2=0,678$, $p > 0,05$.

В рамках работы выполнялась оценка прецизионного эффекта ЛР. Мы провели сравнительный анализ объемной доли туберкулемы легких при ЛР и АР. Выяснилось, что среднее значение объема резектата при ЛР статистически значимо меньше, чем при АР – $14 \pm 7,4 \text{ см}^3$ и $30 \pm 9,7 \text{ см}^3$ соответственно, $p < 0,05$. При этом средний объем туберкулемы в резектате при ЛР составляет 72%, что

значительно больше, чем 25% – при AP $p < 0,05$. Указанные данные убедительно свидетельствуют о том, что ЛР при туберкулемах в полной мере соответствуют принципам органосохраняющей хирургии.

Проведенный анализ отдаленных результатов хирургического этапа лечения пациентов основной и контрольной групп позволил нам охарактеризовать методику лазерных резекций следующим образом. Через 1 год после операции результат «хорошо» достигнут у 48 (82,7%) пациентов из 58, результат «удовлетворительно» у 8 (13,8%) пациентов из 58, результат «неудовлетворительно» у 2 (3,5%) пациентов из 58. Отметим, что из-за несогласия некоторых пациентов на дальнейшее сотрудничество в ряде случаев данные собирались по косвенным признакам: опрос пациентов по телефону, запрос в участковую фтизиатрическую службу по месту жительства пациентов.

Выводы

1. Прецизионные резекции легких при туберкулемах с помощью Nd:YAG-лазера с длиной волны 1318 нм применимы при соблюдении следующих критериев, установленных на МСКТ: плащевая локализация туберкулемы, размер не более 4 см в максимальном своем измерении, минимальной степени инфильтрации и обсеменения.
2. Лазерная резекция при туберкулемах в сравнении с аппаратной резекцией позволяет существенно уменьшить потерю интактной легочной ткани, в том числе при множественных поражениях. Так, среднее значение объемной доли туберкулемы в резектате составила $0,72 \pm 0,13$ (72%) при ЛР и $0,25 \pm 0,13$ (25%) при АР ($p < 0,05$).
3. Лазерные резекции в сравнении с аппаратными резекциями протекали статистически значимо дольше, 65 [55;75] мин. против 55 [45; 60] мин ($p < 0,05$), а по объему интраоперационной кровопотери статистически значимо выглядела более предпочтительно, 50 [33;70] мл против 70 [50; 165] мл ($p < 0,05$), однако выявленные различия с позиции выбора метода резекции представляются малозначимыми. Частота клинического излечения пациентов по данным отдаленных (3 года) наблюдений также существенно не различалась: 95% в группе ЛР, 87,5% в группе АР ($p > 0,05$).
4. Применение разработанного алгоритма отбора пациентов на лазерные резекции с использованием Nd:YAG-лазера по данным как ближайших, так и отдаленных наблюдений обеспечивает высокую эффективность хирургического лечения туберкулем легких, что позволяет рассматривать ЛР в качестве органосохраняющей альтернативы традиционным аппаратным резекциям.

Практические рекомендации

1. При выборе метода и объема хирургического вмешательства при туберкулемах легких следует придерживаться разработанного нами алгоритма

отбора пациентов на хирургическое лечение. В частности, при локализации туберкулемы в пределах плащевой части легкого, размере туберкулемы до 4 см, минимальной перифокальной инфильтрации.

2. При интраоперационной оценке необходимо еще раз уточнить объем и характер туберкулезного процесса на предмет соответствия рентгенологической характеристике и возможности ЛР. В случае несоответствия требуется расширение объема.

3. Протекция окружающей ткани легкого обязательна. Рекомендуется обкладывать зону вмешательства влажными марлевыми салфетками, а резекцию участка легкого с образованием производить с одновременной эвакуацией дыма и периодическим увлажнением линии резекции 0,9% раствором хлорида натрия или раствором фурацилина.

4. После извлечения препарата все видимые остающиеся изменения по линии резекции должны быть vaporизированы рассеянным лучом лазера. Затем края ложа необходимо свести и наложить лигатуру рассасывающимся шовным материалом. При наличии в ложе туберкулемы дренирующего бронха или сосуда диаметром более 2 мм их необходимо прошить и перевязать.

Список сокращений и условных обозначений

ВИЧ – вирус иммунодефицита человека.

ЛР - прецизионные резекции легких при туберкулемах с помощью Nd:YAG-лазера с длиной волны 1318 нм

ЛУ-МБТ – туберкулез с лекарственной устойчивостью.

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография.

Nd:YAG-лазер – твердотельный лазер, в котором в качестве активной среды используется алюмо-иттриевый гранат, легированный ионами неодима.

Список литературы

1. Абакумов, А. О. Перспективы применения высокоэнергетического лазерного излучения с волоконно–оптическим кабелем в хирургии легких / А. О. Абакумов, Р. К. Баданов, В. Г. Добкин // Сборник трудов ЦНИИ туберкулеза. – 1985. – Т.43. – С. 70–72.
2. Авербах, М. М. Туберкуломы легкого / М. М. Авербах. – Москва: Медицина, 1969. – 336 с.
3. Аветисян, А. О. Клинические рекомендации по применению хирургических методов лечения туберкулеза легких / А. О. Аветисян, Г. С. Баласанянц, И. В. Васильев и др. // IV Международном конгрессе «Актуальные направления современной кардио–торакальной хирургии», г. Санкт–Петербург, 2014 г. – 23 с.
4. Апостолов, В. И. Клинико–функциональная характеристика раннего периода после резекции легких: автореф. дисс. ... канд. мед. наук: (14.00.27) / Василий Иванович Апостолов. – Киев, 1979 г. – 24 с.: граф.
5. Альба, М. Н. Ранние хирургические вмешательства у впервые выявленных больных с ограниченными формами туберкулеза легких / М. Н. Альба, В. Н. Гурьянов // Актуальные вопросы фтизиохирургии легких: сб. науч. тр. – Екатеринбург: Банк культурной информации, 2002. – С. 14–18.
6. Альба, М. Н. Результаты хирургических вмешательств у больных с некоторыми формами туберкулеза легких без предварительной антибактериальной подготовки / М. Н. Альба, В. Н. Гурьянов, Н. А. Рогожкина // Рабочее совещание фтизиатров Уральского и Волго–Вятского регионов: сб. науч. тр. – Екатеринбург, 1996. – С. 82–83.
7. Альтман, Э. И. Организация хирургической помощи впервые выявленным больным туберкулезом: информационное письмо / Э. И. Альтман, Л. И. Матузкова. – Свердловск: Полиграфист, 1989. – 4 с.
8. Амосов, Н. М. Пневмонэктомия и резекции легкого при туберкулезе / Н. М. Амосов. – Москва: Медгиз, 1957. – 195 с.

9. Баженов, А. В. Миниинвазивные оперативные вмешательства при ограниченных формах туберкулеза легких верхнедолевой локализации: автореф. дисс. ... канд. мед. наук: (14.01.17) / Александр Викторович Баженов. – Екатеринбург, 2014 г. – 24 с.: граф.

10. Бестужев, В. И. Послеоперационные осложнения и их исходы при резекции легких по поводу туберкулеза: автореф. дисс. ... канд. мед. наук: (777) / Владимир Иосифович Бестужев; Науч.–исслед. ин–т клинич. и эксперим. хирургии. – Красноярск, 1968 г. – 18 с.

11. Богданович, Б. Н. Динамика восстановления функций дыхания и кровообращения у больных, подвергнутых резекции легких при туберкулезе: автореферат дисс. ... канд. мед. наук / Б. Н. Богданович; Витеб. гос. мед. ин–т. – Витебск, 1964 г. – 20 с.

12. Богуш, Л. К. Хирургическое лечение туберкулеза легких / Л. К. Богуш. – Москва: Медгиз, 1948. – 98 с.

13. Богуш, Л. К. Эффективность хирургического лечения больных с казеомами легких / Л.К. Богуш, А.В. Дубровский // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 1966. – №8. – С. 15–20.

14. Браженко, Н. А. Фтизиопульмонология: учебное пособие для студ. высш. учеб. Заведений / Н. А. Браженко, О. Н. Браженко. – Москва: Академия, 2006. – 368 с.

15. Брежнев, К. Н. Особенности и результаты лазерных и плазменных экономных резекций легких у больных туберкулезом в местах лишения свободы: автореф. дисс. ...канд. мед. наук (14.00.27) / Мошев. межобл. туберкулез. больница М–ва внутр. дел Росс. Федерации (Перм. обл.). – Пермь, 1997 г. – 24 с.

16. Буров, Н. И. Отдаленные результаты оперативных вмешательств у впервые выявленных больных туберкулезом легких / Н. И. Буров, П. Г. Мочалов // Современные методы хирургического лечения туберкулеза легких: сб. науч. тр. – Москва: Типография ХОЗУ МУП СССР, 1983. – С. 37–40.

17. Бюллетень программы ВОЗ по борьбе с туберкулезом в Российской Федерации: метод. рекомендации / Выпуск 7 – Всемирная организация здравоохранения. Москва, 2008. – 26 с.

18. Васильева, И. А. Заболеваемость, смертность и распространенность как показатели бремени туберкулеза в регионах ВОЗ, странах мира и в Российской Федерации / Васильева И. А., Белиловский Е. М., Борисов С. Е., Стерликов С. А. // Туберкулез и болезни легких. – Том 95. – № 7. – 2017. – С.8–16.

19. Вахидов, В. В. Применение прецизионной и лазерной техники в хирургии легких / Вахидов В. В., Исмаилов Д. А., Шукуров Б. И. // Современные технологии в торакальной хирургии. Тезисы научной конференции. – Москва. – 1995. – С.41–42.

20. Воробьев, А. А. Прецизионная резекция легкого при туберкулезе: автореф. дисс. ... канд. мед. наук (14.00.26) / Воробьев Андрей Александрович. – М., 1989. – 19 с.

21. Гиллер, Д. Б. Эффективность частичных резекций легких у больных туберкулезом с множественной лекарственной устойчивостью / Д. Б. Гиллер, А. Я. Шайхаев, И. А. Васильева и др. // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 2008. – № 5. – С. 6–10.

22. Головнева, Е. С. Патологические механизмы неоангиогенеза, индуцированного воздействием высокоинтенсивного лазерного излучения на ткани (эксперим. исслед.): автореф. дисс. ... канд. мед. наук (14.00.16) / Головнева Е. С., Челяб. гос. ин-т лазер. хирургии Южно–Урал. науч. центра Рос. АМН. – Челябинск, 2003 г. – 38 с.: ил.

23. Головченко, Р. Н. Резекция легких у больных туберкулезом с лекарственной устойчивостью / Р. Н. Головченко, В. А. Григорян, В. И. Малыгина // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 2001. – №9. – С. 10–11.

24. Голубев, Д. Н. Тенденции эпидемической ситуации по туберкулезу на Урале. Стратегические задачи по решению проблемы / Д. Н. Голубев // Приоритетные направления в обеспечении результативности системы

противотуберкулезных мероприятий в современных эпидемиологических условиях: сб. науч. тр. – Екатеринбург: Полиграфист, 2008. – С. 6–9.

25. Григорян, В. А. Результаты хирургического лечения в зависимости от продолжительности лечения больных туберкулезом легких / В. А. Григорян, Р. Н. Головченко, А. И. Устинов // Туберкулез сегодня: материалы VII Российского съезда фтизиатров; под ред. акад. М. И. Перельмана. – Москва: БИНОМ, 2003. – С. 27–30.

26. Гринберг, Л. М. Актуальные вопросы патологии во фтизиатрии / Л. М. Гринберг // Актуальные вопросы лечения туберкулеза различных локализаций: сб. науч. тр. Всероссийской научно–практической конференции 29–31 октября 2008 г.; под ред. Ю. Н. Левашева. – Санкт–Петербург: НИКА, 2008. – С. 224–227.

27. Гринберг, Л. М. Туберкулез сегодня – негативная фаза патоморфоза или реверсия? / Л.М. Гринберг // Туберкулез. Проблемы диагностики, лечения и профилактики: сб. науч. тр. Всероссийской научно–практической конференции; под ред. Ю. Н. Левашева. – Санкт–Петербург: НИКА, 2003. – С. 284.

28. Гурьянов, В. Н. Раннее хирургическое лечение впервые выявленных больных с ограниченными формами туберкулеза легких / В.Н. Гурьянов, В.П. Стрельцов, М.Н. Альба // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 2000. – № 6. – С. 48–50.

29. Доценко, А. П. Применение неодимового ИАГ–лазера для эндоскопического гемостаза в грудной хирургии / А. П. Доценко, П. П. Шипулин, М. А. Потапенков и др. // Грудная и сердечно–сосудистая хирургия. 1991. – №10. – С. 47–49.

30. Джунусбеков, А. Д. Резекции легких с применением лазера у больных туберкулезом / А. Д. Джунусбеков, Д. У. Умираниев // Проблемы туберкулеза. – №2, 1984 – С.25–27.

31. Добкин, В. Г. Применение различных типов лазеров при хирургическом лечении больных туберкулезом легких / В. Г. Добкин // Труды ЦНИИ туберкулеза. – М., 1991, т.2. – С.71–74.

32. Добкин, В. Г. Применение СО–2–лазера в хирургии туберкулеза легких. Экспериментальное исследование / В. Г. Добкин, М. М. Авербах, А. А. Гуляев и др. // Труды ЦНИИ туберкулеза. М., 1977, т. 21. – С.115–116.

33. Добкин, В. Г. Современные лазерные технологии во фтизиопульмонологии и легочной хирургии / В. Г. Добкин, М. А. Багиров, А. И. Дмитриченко и др. // Современные технологии в торакальной хирургии. Тезисы научной конференции. Москва. –1995. – С. 68–69.

34. Добкин, В. Г. Эндоторакальные оперативные вмешательства на легких с использованием излучения АИГ–неодимового лазера / В. Г. Добкин, Б. С. Демидов, Р. К. Бадалов // Тезисы докладов расширенного пленума проблемной комиссии «Грудная хирургия». Витебск, 1988. – С. 53–54.

35. Добкин, В. Г. Применение углекислотного лазера в легочной хирургии / В. Г. Добкин // Сборник трудов института (ЦНИИ туберкулеза). 1982. – Т.35. – С. 86–90.

36. Дорошенкова, А. Е. Клинико–анатомические аспекты своевременности хирургического лечения больных деструктивным туберкулезом легких / А. Е. Дорошенкова // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 1980. – №12. – С. 60–62.

37. Елькин, А. В. Хирургическое лечение послеоперационных рецидивов туберкулеза / А. В. Елькин, Ю. М. Репин, Ю. Н. Левашев // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 2004. – № 2. – С. 28–32.

38. Елькин, А. В. Отдаленные результаты хирургического лечения туберкулеза легких в зависимости от массивности бактериовыделения и лекарственной устойчивости возбудителя / А. В. Елькин, Ю. М. Репин, Ю. Н. Левашев // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 2003. – № 5. – С. 28–31.

39. Залескис, Р. Роль хирургических методов в лечении туберкулеза / Р. Залескис // Проблемы туберкулеза. – 2001. – № 9. – С.3–5.

40. Кабанов, А. Н. Лазерный и плазменный скальпель в хирургии легких / А.Н. Кабанов, А. А. Кабанов // Монография. Омск., 1994. – 128 с.

41. Кабанов, А. Н. Ультразвук, лазер, холод, плазма в техническом обеспечении хирургических вмешательств на легких и плевре / А. Н. Кабанов, К. К. Козлов, Кабанов А.А. и др. // Торакальная хирургия. Тезисы научной конференции. Москва. 1993 – С. 51–55.

42. Кабанов, А. Н. Лазерный и плазменный скальпели, ультразвук и электрогидравлика в торакотомных операциях на легких плевре / А.Н. Кабанов, К. К. Козлов, В. В. Павлов и др. // Современные технологии в торакальной хирургии. Москва, 1995. С. 82–83.

43. Казак, Т. И. Патоморфоз туберкулом по данным резекций легкого / Т.И. Казак, М. Л. Шулутко // Туберкулез сегодня: материалы VII Российского съезда фтизиатров; под ред. акад. М. И. Перельмана. – Москва: БИНОМ, 2003. – С. 67–68.

44. Калюк, А. Н. Действие углекислого лазера на микобактерии туберкулеза и микрофлору / А.Н. Калюк // Проблемы туберкулеза. 1991. – №7. – С. 68–69.

45. Какителашвили, Я. В. Результаты хирургических вмешательств у больных туберкулезом легких при своевременном и несвоевременном выполнении операций / Я. В. Какителашвили, В. Н. Гурьянов // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 1981. – № 4. – С. 19–21.

46. Кариев, Т. М. Эффективность резекций легких у больных туберкулезом в Узбекистане: автореф. дисс. ... д-ра мед. наук: (14. 777) / Т. М. Кариев; ЦНИИТ. – М., 1970 г. – 30 с.

47. Кариев, Т. М. Применение углекислотного лазера в хирургии туберкулеза легких / Т. М. Кариев, Ш. Т. Алиев // Проблемы туберкулеза. – 1990. – №2. – С.34–40.

48. Карсканова, С. С. Роль химиотерапии в обеспечении результативности ограниченных резекций легкого по поводу туберкулеза : автореф. дисс. ... канд. мед. наук: код спец. 14.00.26 / Карсканова Светлана Сергеевна; Федер. гос. учреждение «Урал. науч.-исслед. ин-т

фтизиопульмонологии Федер. агентства по высокотехнол. мед. помощи». – Екатеринбург, 2009 г. – 22 с.: ил.;

49. Качикин, А.С. Применение плазменных потоков для аэрогемостаза в хирургии легких: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. мед. наук (14.00.27) / Качикин А. С.; ММА им. И. М. Сеченова. – Москва, 2005. – 24 с.;

50. Киевский, Ф. Р. К учению о резекции легких / Ф.Р. Киевский. – Москва: Медгиз, 1956. – 218 с.

51. Козлов, К. К. Ультразвук, лазер, струя плазмы в хирургической пульмонологии / К. К. Козлов, В. К. Косенок, И. И. Котов и др. // Сборник научных работ врачей, посвященный 100-летию отделенческой клинической больницы на станции «Омск». Омск, 1996 – С. 72–75.

52. Корепанов, В. И. Применение Nd:YAG–лазера в хирургической клинике / В. И. Корепанов // Практическое руководство. – Москва, 1996. – 108 с.

53. Кузьмин, О. В. Оптимальные сроки хирургического лечения впервые выявленных больных ограниченными формами туберкулеза легких / О. В. Кузьмин, С. А. Бурцева // Туберкулез сегодня: материалы VII Российского съезда фтизиатров; под ред. акад. М. И. Перельмана. – Москва: БИНОМ, 2003. – С.110–114.

54. Ларюшкин, А. Г. Хирургическое лечение впервые выявленных больных туберкулезом легких, злоупотребляющих алкоголем / А. Г. Ларюшкин // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 1977. – №12. – С. 53–55.

55. Лукомский, Г. И. Экспериментальная оценка возможностей применения плазменного излучения в хирургии легких / Г.И. Лукомский, А.С. Качикин // Тезисы докладов расширенного пленума проблемной комиссии «Грудная хирургия». Витебск, 1988. – С. 85–86.

56. Лысенко З. Я. Реактивация туберкулеза после резекций легких / З. Я. Лысенко // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 1977. – №6. – С. 77–79.

57. Льянова, З. А. Компьютерная томография высокого разрешения в диагностике туберкулеза легких: автореф. дис. ... канд. мед. наук (14.00.19) /

Льянова З. А.; Каф. лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом лучевой диагностики ФУВ Рос. гос. мед. ун-та. – Москва, 2006 г. – 20 с.: ил.;

58. Малов, А. А. Эффективность хирургических методов лечения больных туберкулезом / А. А. Малов, Т. Р. Возякова, А. А. Дмитриев и др. // Туберкулез и болезни легких. – 2011. – № 5. – С.39–40.

59. Малышев, А. И. Принципы использования лазерного скальпеля в хирургической практике (клиническое исследование): автореф. дисс. ... канд. мед. наук (14.00.19). Владивосток, 2000. – 21с.

60. Мальцев, Д. В. Способы достижения аэро- и гемостаза при выполнении резекций легких: автореф. дис. на соиск. учен. степ. ...канд. мед. наук (14.00.27) / Мальцев Дмитрий Валерьевич; Бюджет. учреждение высш. проф. образования Ханты–Мансийский гос. мед. ин-т М-ва образования Рос. Федерации. – Тюмень, 2008 г. – 18 с.: ил.;

61. Мальцева, А. С. Значение и возможности визуализации активности ограниченных форм туберкулеза легких / А. С. Мальцева, И. Я. Мотус, С. С. Карсканова и др. // «Радиология–2009»: материалы III Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов. – Москва, 2009. – С. 252.

62. Малюков, Н. И. Хирургическое лечение больных с малыми формами туберкулеза легких / Н. И. Малюков, Л. А. Гитерман // Современные методы хирургического лечения туберкулеза легких: сб. науч. тр. – Москва: Типография ХОЗУ МУП СССР, 1983. – С. 32–36.

63. Мартос, Д. В. Возможности КТ-исследования органов грудной клетки больных туберкулезом легких на предоперационном этапе / Д. В. Мартос // Проблемы туберкулеза. – 2005. – № 8. – С. 23–27.

64. Мартос, Д. В. Компьютерная томография органов грудной клетки в хирургическом лечении туберкулеза легких: автореф. дисс. ... канд. мед. наук: код спец. 14.00.26: 14.00.19 / Мартос Д. В.; Моск. гор. науч.–практ. центр борьбы

с туберкулезом Департамента здравоохранения г. Москвы, Гор. клинич. больница № 33. – Москва, 2005 г. – 30 с.;

65. Мельник, В. М. Классификация послеоперационных осложнений в легочной хирургии / В. М. Мельник // Грудная хирургия. 1985.– №4. – С. 49–53.

66. Мотус, И. Я. Критерии выбора метода резекции легких при ограниченных формах туберкулеза легких /И. Я. Мотус, С. Н. Скорняков, Д. Н. Голубев и др. // Актуальные проблемы хирургического лечения туберкулеза и сопутствующих заболеваний легких: материалы научно–практической конференции. – Москва, 2010. – С.132–135.

67. Мотус, И. Я. Хирургическое лечение туберкулеза легких. Проблемы, результаты, перспективы / И. Я. Мотус, С. Н. Скорняков, С. С. Карсканова и др. // Вестник уральской академической науки. – 2009. – № 3. – С. 103–106.

68. Наумов, В. Н. Хирургическая тактика в условиях современного течения туберкулеза легких / В. Н. Наумов, А. Я. Шайхаев, К. В. Токаев // Русский медицинский журнал. – 1998. – №17. – С. 1143–1145.

69. Нечаева, О. Б. Рецидивы туберкулеза в Свердловской области / О. Б. Нечаева, Э. В. Арефьева, Н. В. Кожекина // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 2007. – №1. – С. 42–46.

70. Нечаева, О. Б. Эпидемиология туберкулеза в Свердловской области / О. Б. Нечаева, Э. В. Арефьева // Туберкулез в России. Год 2007: материалы VIII российского съезда фтизиатров; под ред. акад. М. И. Перельмана. – Москва: Идея, 2007. – С.30–31.

71. О совершенствовании противотуберкулезных мероприятий в Российской Федерации (с изменениями на 5 июня 2017 г.). Приказ Министерства здравоохранения РФ от 21 марта 2003 г. №109. // Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения [официальный сайт]. URL: <http://www.roszdravnadzor.ru/documents/40804> (дата обращения: 29.11.2021).

72. Об утверждении методических рекомендаций по совершенствованию диагностики и лечения туберкулеза органов дыхания. Приказ Министерства

здравоохранения РФ от 29 декабря 2014 г. № 951. // Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения [официальный сайт]. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70749840/#ixzz5f0qby82n> (дата обращения: 29. 11 2021).

73. Огиренко, А. П. Использование CO₂ лазера при операциях на легких / А. П. Огиренко и др. // Грудная хирургия. 1985. – № 5. – С. 41 – 44.

74. Огиренко, А. П. Органосохраняющие операции в лечении больших и множественных абсцессов легких / А. П. Огиренко, А. Н. Денисов // Грудная хирургия. 1984. – № 6. – С. 39 – 41.

75. Огиренко, А. П. Высокоэнергетические лазеры в хирургии легких / Огиренко А. П., Омигов В. М., Денисов А. Н. // Сборник научных трудов Юбилейной научно–практической конференции. Новосибирск. 27–29 июня. 1995. – С. 72–75.

76. Омигов, В. М. К методике расправления легкого после органосажающих операций с использованием CO₂– лазера / В. М. Омигов, А. П. Огиренко, А. Н. Денисов // Грудная хирургия. 1987. – № 3.– С. 31–33.

77. Отс, О. Н. Современные тенденции в хирургии легочного туберкулеза / О. Н. Отс, М. В. Шилова, М. В. Сеницын // Туберкулез в России. Год 2007: материалы VIII российского съезда фтизиатров; под ред. акад. М. И. Перельмана. – Москва: Идея, 2007. – С. 48–56.

78. Отс, О. Н. Хирургическое лечение туберкулеза легких при устойчивости микобактерий к химиопрепаратам / О.Н. Отс, Т. В. Агкацев, М.И. Перельман // Туберкулез и болезни легких. – 2009. – № 2. – С. 42–49.

79. Отс, О. Н. Хирургия туберкулеза легких / О. Н. Отс, Э. Б. Цыбикова // Туберкулез сегодня: материалы VII Российского съезда фтизиатров; под ред. акад. М. И. Перельмана. – Москва: БИНОМ, 2003. – С. 25–28.

80. Отс, О. Н. Хирургия туберкулеза легких в НИИ Фтизиопульмонологии ММА им. И. М. Сеченова: история и современные

тенденции / О. Н. Отс, М. В. Синицин, Г. И. Семенов и др. // Туберкулез и болезни легких. – 2009. – № 12. – С. 11–21.

81. Пасечников, А. Д. Применение неодимового АИГ–лазера в хирургической фтизиопульмонологии: автореф. дисс. ... канд. мед. наук (14.00.27) / А. Д. Пасечников; Москва, 1991. – 22 с.

82. Перельман, М. И. Прецизионная техника удаления патологических образований из легких / М.И. Перельман // Хирургия. – 1983. – № 11. – С. 12–13.

83. Перельман, М. И. Необходима ли предоперационная химиотерапия при туберкулемах легких? / М.И. Перельман, И.В. Кравцова // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 1989. – №11. – С. 19–21.

84. Перельман, М. И. Организационные вопросы повышения хирургической активности и эффективности лечения больных туберкулезом легких / М. И. Перельман, А. А. Приймак, Б. С. Демидов и др. // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 1987. – №.5. – С. 3–5.

85. Перельман, М. И. Показания к хирургическому лечению больных туберкулезом легких / М.И. Перельман, В. Н. Наумов, В. Г. Добкин и др. // Проблемы туберкулеза. – 2002. – № 2. – С. 51–55.

86. Плетнев, С. Д. Перспективы применения газовых лазеров в хирургии / С. Д. Плетнев, О. М. Карпенко, О. Г. Семенов // Хирургия. 1983. – №3. С. 19–21.

87. Подгаева, В. А. Эпидемическая ситуация и деятельность противотуберкулезной службы на Урале в 2009 году / В. А. Подгаева, И. А. Черняев; под ред. проф. Д. Н. Голубева. – Екатеринбург, 2010. – 221 с.

88. Прудков, М. И. Основы минимально инвазивной хирургии / М. И. Прудков. – Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – 63 с.

89. Ревель–Муроз, Н. П. Обоснование применения излучения диодного лазера длиной волны 805 НМ при малоинвазивных вмешательствах для резекции легких и пересечения ребер (эксперим. исслед.): автореф. дисс. ... канд. мед. наук (14.00.27) / Ревель–Муроз Н. П.; Челяб. гос. ин–т лазер. хирургии Южно–Урал. науч. центра Рос. АМН. – Челябинск, 2004. – 22 с.: ил.;

90. Репницкая, З. Д. Лечение впервые выявленных больных с распространенным деструктивным туберкулезом / З. Д. Репницкая, О. Б. Нечаева, О. Л. Важенина // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 1984. – №10. – С. 55–58.

91. Руководство по легочному и внелегочному туберкулезу: руководство для практ. врачей / под редакцией Ю. Н. Левашева, Ю. М. Репина. – Санкт–Петербург: ЭЛБИ–СПб, 2006. – 520 с.

92. Руководство по лечению туберкулеза с множественной лекарственной устойчивостью: руководство для практ. врачей / под ред. А. Пасечникова, Майкла Л. Рича. – Соединенные Штаты Америки, 2003. – 97 с.

93. Русских, В. А. Опыт организации хирургического лечения больных туберкулезом / В. А. Русских, И. К. Швайгерт // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 1966. – №7. – С. 11–14.

94. Савенков, Ю. Ф. Оптимизация хирургического лечения больных с лекарственно устойчивым туберкулезом легких / Ю. Ф. Савенков // Украинский пульмонологический журнал. – 2005. – №3. – С. 40–43.

95. Седов, А. Ю. СО₂–лазер в хирургическом лечении нагноительных и других заболеваний легких: автореф. дисс. ...канд. мед. наук (14.00.27) / Седов, А. Ю.; Калинин. гос. мед. ин–т. – Калинин, 1988. – 20 с.

96. Сепбаева, А. Д. Реакция иммунной системы на анестезию и операционную травму / А.Д. Сепбаева, В. А. Михельсон, М. В. Дегтярева и др. // Анестезия и Реаниматология. – 2010. – №1. – С.37–40.

97. Скобелкин, О. К. Применение лазера в хирургии / О.К. Скобелкин, Е. И. Брехов, В. И. Корепанов // Хирургия. 1983. – №3. С. 15–18.

98. Скобелкин, О. К. Применение плазменных установок в хирургии паренхиматозных органов. Экспериментальные исследования / О. К. Скобелкин, Е. И. Брехов, Г. Д. Литвин и др. // Хирургия. 1987. – №5. С. 75–78.

99. Скобелкин, О. К. Первый опыт применения контактного лазерного скальпеля в хирургии / О. К. Скобелкин, Г. Д. Литвин, В. И. Рябов и др. // Хирургия. 1989. – №6. – С.111–112.

100. Скорняков, С. Н. Послеоперационный синдром в хирургии рака легкого: Автореф. дисс. ... доктора мед. наук / С. Н. Скорняков; Уральский НИИ фтизиопульмонологии. – Екатеринбург, 1999. – 49 с.

101. Смоленцев, М. Н. Малоинвазивная лазерная хирургия в лечении больных с гнойно–деструктивными заболеваниями легких: автореф. дисс. ... канд. мед. наук (14.00.27) / Смоленцев Максим Николаевич; Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Новосиб. гос. мед. ун–т Федер. агентства по здравоохранению и соц. Развитию». – Барнаул, 2008. – 21 с.: ил.

102. Степанов, С. А. Лазерный и плазменный скальпели в хирургии туберкулеза легких / С.А. Степанов // Электронный сборник научных трудов «Здоровье и образование в XXI Веке». – №11, 2009. (Т.11). С.88-92

103. Стойко Н. Г. Хирургическое лечение легочного туберкулеза / Н. Г. Стойко. – Москва: Медгиз, 1949. – 271 с.

104. Развитие стратегии ВОЗ «Ликвидировать туберкулез». URL:<https://dnmu.ru/wpcontent/uploads/2021/10/2.%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D0%B8%D0%92%D0%9E%D0%97%D0%9B%D0%B8%D0%BA%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%82%D1%83%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B5%D0%B7.%D0%9E%D0%B1%D0%B7%D0%BE%D1%80.%D0%9B%D0%B5%D0%B1%D0%B5%D0%B4%D1%8C%D0%9B.%D0%92..pdf> (дата обращения: 29.11.2021).

105. Стрельцов, В. П. Хирургическое лечение больных туберкулезом легких с лекарственной устойчивостью / В. П. Стрельцов, Г. Б. Соколова, М. И. Перельман // Туберкулез сегодня: материалы VII Российского съезда фтизиатров; под ред. акад. М. И. Перельмана. – Москва: БИНОМ, 2003. – С. 68–70.

106. Стрельцов, В. П. Прецизионная резекция легкого с использованием неодимового АИГ–лазера / В. П. Стрельцов, А. Д. Пасечников, А. А. Трусов // Проблемы туберкулеза. – 1992. – №1–2. – С. 31–33.

107. Ткач, Ю. Г. Контантный АИГ–лазерный скальпель / Ю. Г. Ткач, В. В. Грубник, П. П. Шипулин // Хирургия. 1997. – №8. С. 67.

108. Токаев, К. В. Хирургическое лечение больных туберкулезом легких с ХDR МВТ / К. В. Токаев, Д. Б. Гиллер, И. В. Огай и др. // Туберкулез и болезни легких. – 2011. – № 5. – С. 190–191.

109. Туберкулез с множественной лекарственной устойчивостью: руководство для практ. врачей / под ред. И. Бастиан, Ф. Порталс. – Москва: Медицина и жизнь, 2003. – 368 с.

110. Умиралиев, Д. Резекции легких с применением СО2 лазера у больных туберкулезом: автореф. дис. ... канд. мед. наук (14. 00. 27) / Джамбул Умиралиев. – Алма–Ата, 1983. – 22 с.

111. Фтизиатрия: национальное руководство / под ред. акад. РАМН М. И. Перельмана. – Москва: ГЭОТАР – Медиа, 2007. – 439 с.

112. Чекмазов, И. А. Опыт использования неодимового лазера YAG LPMAX 120 в торакальной хирургии / Чекмазов И. А., Зыков А. С., Сидоров М. А. и др. URL: <https://www.uromed-m.ru/front/images/resources/598/opyit-ispolzovaniya-limax-120.pdf> (дата обращения: 29.11.2021)

113. Черкасов, В. А. Особенности и результаты лазерных и плазменных резекций легких у больных туберкулезом / В. А. Черкасов, Л. А. Степанов, К. Н. Брежнев // Материалы I научно–практической конференции хирургов Северо–Запада России и XXIV конференция хирургов Республики Карелия (Петрозаводск 23–25 мая). 2001. – С.124–125.

114. Шайхаев, А. Я. Ультразвук в хирургическом лечении туберкулеза и другой патологии легких и плевры: автореферат дисс. д–ра мед. наук (14. 00. 27) / Адлан Якубович Шайхаев; МЗ СССР, ЦНИИ туберкулеза. – М., 1987. – 20 с.

115. Шайхаев, А. Я. Эффективность хирургического лечения больных туберкулезом при полирезистентности возбудителя / А. Я. Шайхаев, В. Н. Наумов // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 2000. – №4. – С. 24–26.

116. Шеремет, А. В. Основные организационные мероприятия по оптимизации лечения туберкулеза в территориях Северо–Запада России / А.В. Шеремет, А. Н. Гришко, А. Ф. Томашевский и др. // Актуальные вопросы лечения туберкулеза различных локализаций: сб. науч. тр. Всероссийской научно–практической конференции; под ред. Ю. Н. Левашева. – Санкт–Петербург: НИКА, 2008. – С. 298–301.

117. Шилова, М. В. Заболеваемость туберкулезом населения Российской Федерации / М. В. Шилова // Медицинский алфавит – Москва: Серия «Обозрение», 2019. – С.7-18.

118. Шипулин, П. П. Применение высокоэнергетических лазеров и плазменных установок в хирургии легких и плевры / П. П. Шипулин, В. В. Грубник, Ю. Г. Ткач и др. // Издательство «Медицина». Редколлегия журнала «Грудная и сердечно–сосудистая хирургия». – Москва, 1996 – 20 с.

119. Шулутко, М. Л. Хирургическое лечение туберкулеза легких (опыт и перспективы) / М. Л. Шулутко // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 2001. – №2. – С. 25–27.

120. Щукуров, Б. И. Прецизионная техника с использованием лазерного излучения при хирургическом лечении ограниченных образований легких: автореф. дис. ...канд. мед. наук (14.00.27) / Щукуров, Б. И.; Ташкент, 1994. – 132 с.

121. Эндоскопическая торакальная хирургия: руководство для врачей / А. М. Шулутко, А. А. Овчинников, О. О. Ясногородский и др. – Москва: Медицина, 2006. – 392 с.

122. Ashour, M. Pneumonectomy for tuberculosis /M. Ashour // Eur. J. Cardiothorac. Surg. – 1997. – Vol. 12, No 2, pp. 209–213.

123. Bai, L. Surgical treatment efficacy in 172 cases of tuberculosis–destroyed lungs / L. Bai, Z. Hong, C. Gong et al. // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* – 2012. – Vol.41, No 2. – pp. 335–340.

124. Bayly, I G. The absorption spectra of liquid phase H 20, HDO and D 20 from 0,7 μm to 10 μm / IG Bayly, VB Kartha, HW Stevence // *Infrared Physics.* – 1963. – Vol. 3, pp. 211–233.

125. Bobbio, A. Thoracoscopic parietal pleural argon beam coagulation versus pleural abrasion in the treatment of primary spontaneous pneumothorax / A. Bobbio, L. Ampollini, E. Internullo et al. // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* – 2006. – Vol. 29. – No 1, pp. 6–8.

126. Bouchikh, M. Role of pulmonary resections in management of multidrug–resistant tuberculosis. A monocentric series of 29 patients /M.Bouchikh, A. Achir, M. Caidi et al. // *Rev. Pneumol. Clin.* –2013. –Vol.69, No 6. – pp. 326–330.

127. Branscheid, D. Does ND–YAG laser extend the indications for resection of pulmonary metastases? / Branscheid, D. S. Krysa, G. Wollkopf et al. // *Eur J Cardio – thorac Surg* (1992). – No 6. Pp. 590–597.

128. Bramson, M. *Infrared Radiation: A Handbook for Application* /M. Bromson. – New York: Plenum Press, - 629 p. — (Optical Physics and Engineering) — ISBN: 1475709137.

129. Chambers, J. S. *Surgical Treatment of Pulmonary Tuberculosis* / J. S. Chambers // *California medicine.* – 1956. – Vol. 84, No 6. – pp. 388–393.

130. Chan, E. D. Treatment and Outcome Analysis of 205 Patients with Multidrug–resistant Tuberculosis / E. D. Chan, V. Laurel, M. J. Strand et al. // *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine.* – 2004. – Vol. 169. – pp. 1103–1109.

131. Chiang, C.Y. Pulmonary resection in the treatment of patients with pulmonary multidrug–resistant tuberculosis in Taiwan / C. Y. Chiang, V. C. Yu, K. J. Bai et al. // *Int. J. Tuberc. Lung Dis.* – 2001. – Vol. 5, No 3. – pp. 272–277.

- 132.** Clavien, P. A. The Clavien–Dindo classification of surgical complications: five–year experience / Clavien P. A., Barkun J, de Oliveira M. L. et al. // *Ann Surg* 2009; 250 (2). – pp.187–96.
- 133.** Cole, P. H. Mechanisms of healing in the injured lung treated with the Nd–YAG laser / Peter H. Cole, Walter G. Wolfe // *Lasers in Surgery and Medicine*, 1987. – pp. 6574–6580.
- 134.** Cooper, J. D. Precision cautery excision of pulmonary lesions presented at the twenty–first annual meeting of the society of thoracic surgeons / J.D. Cooper, Mikhail Perelman, M. D., Thomas R. J. Todd et al. // *Ann Thorac Surg* 1986, 41(1) - pp.51-3.
- 135.** Craig, S. R. Acute phase responses following access and conventional thoracic surgery / Craig S. R., Leaver H., Yap P. et al. // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2001. – Vol. 20. – No 4. – pp.455 – 463.
- 136.** Datta, D. Preoperative Evaluation of Patients Undergoing Lung Resection Surgery / Debapriya Datta, Bimalin Lahiri // *Chest J*, June, 2003. – Vol. 123. No 6. – pp. 2096–2103. – Doi: <https://doi.org/10.1378/chest.123.6.2096>
- 137.** Dong, J. High power diode–dide–pumped Q–switched Nd:YAG solid–state laser with a thermoelectric cooler / Jian Dong, Xue–Sheng Liu, Chao Peng et al. // *Appl. Sci.* 2015, 5, pp. 1837–1845. – Doi:10.3390/app5041837
- 138.** Dowling, R. D. Thoracoscopic Neodymium: Yttrium Aluminum Garnet Laser Resection of a Pulmonary Metastasis / Robert D. Dowling, Michael E. Wachs, Peter F. Ferson et al. // *Cancer*, October 2,1992. – Vol. 70. – No 7, pp. 1873-75
- 139.** Fanta, J. Open Lung Surgery with Nd–YAG Laser / J Fanta, F Rehak, L Horak et al. // *Lasers in Medical Science*, 1989. – Vol. 4, pp. 13
- 140.** Fiorelli, A. Harmonic technology versus neodymium–doped yttrium aluminium garnet laser and electrocautery for lung metastasectomy: an experimental study / A Fiorelli, M Accardo, E Carelli et al. // *Interact Cardio Vasc Thorac Surg*, 2016. No 23, pp. 47–56. Doi:10.1093/icvts/ivw067

- 141.** Frank, F. Comparative investigations of the effects of the neodymium: YAG laser at 1.06 microns and 1.32 microns on tissue / F Frank, O J Beck, S Hessel, E. Keiditsch // *Lasers Surg Med*, 1987; No 6 (6). – Pp. 546–51.
- 142.** Freixinet, J. Surgical indications for treatment of pulmonary tuberculosis/ J. Freixinet // *World J. Surg.* 1997. – Vol. 21. – No 5. – pp. 475–479.
- 143.** Fujikawa, Y. F. Pulmonary Resection in Tuberculosis A Correlation of Clinical Indications and Pathology / Y. F. Fujikawa, L. V. Ackerman // *Chest.* – 1949. – Vol. 16. – No 5. – pp. 543–589.
- 144.** Gelb, A F. Neodymium–yttrium–aluminum–garnet laser in lung cancer / A F Gelb, J D Epstein / *Ann Thorac Surg* 1987. - No 43(2), pp. 164–67.
- 145.** Giller, D B. Treatment of pulmonary tuberculosis: past and present / D B Giller // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2018. –Vol. 53, No 5. – P. 967–972.
- 146.** Gimferrer, J.M. Role of Surgery in Drug–Resistant Pulmonary Tuberculosis/ J.M. Gimferrer, C.A. Mestres // *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* – 2005. – Vol.13. – pp. 201–202.
- 147.** Gossot, D. Computer–controlled stapling system for lung surgery / D Gossot, A Nana // *Ann. Thorac. Surg.* – 2005. – Vol. 80. – pp. 1898–1902.
- 148.** Haifeng, W. Pulmonary Resection in the Treatment of Multidrug–Resistant Tuberculosis: A Retrospective Study of 56 Cases / W. Haifeng, L. Hongsheng, J. Gening // *Ann. Thorac. Surg.* – 2008. – Vol. 86. – pp. 1640–1645.
- 149.** Harold, K. L. Links comparison of ultrasonic energy, bipolar thermal energy, and vascular clips for the hemostasis of small–, medium–, and large–sized arteries / K. L. Harold, H. Pollinger, B. D. Matthews et al. // *Surg. Endosc.* – 2003. – Vol.17. – No 8. – pp.1228–1230.
- 150.** Hokschi, B. Thoracoscopy before Jacobaeus / B. Hokschi, H. Birken–Bertsch, J. M. Müller // *Ann. Thorac. Surg.* – 2002. – Vol.74. – pp.1288–1290.
- 151.** Idriss, A. Pulmonary Resection for Extensively Drug Resistant Tuberculosis in Kwazulu–Natal, South Africa / A. Idriss, N. Padayatchi, D. Reddy et al. // *Ann.Thorac.Surg.* –2012. – Vol.94, No 2. – pp. 381–386.

152. Jacobaeus, H. C. Ueber die Möglichkeit die Zystoskopie bei Untersuchung seröser Höhlungen anzuwenden / H. C. Jacobaeus //Münchner Medizinische Wochenschrift. – 1910. – Vol. 57. – pp.2090–2092.

153. Jasmer, R. M. Tuberculosis treatment outcomes: directly observed therapy compared with self-administered therapy / R. M. Jasmer, C. B. Seaman, L. C. Gonzalez et al. // Am. J. Respir. Crit. Care Med. – 2004. – Vol. 170. – pp. 561–566.

154. Kang, M. W. Surgical Treatment for Multidrug-Resistant and Extensive Drug-Resistant Tuberculosis / M. W. Kang, H. K. Kim, Y. S. Choi et al. // Ann. Thorac. Surg. – 2010. – Vol. 89. – pp.1597–1602.

155. Keenan, R. J. Video-assisted thoracic surgical resection with the neodymium: yttrium aluminum-garnet laser / Robert J. Keenan, Rodney J. Landreneau, Stephen R. Hazelrigg et al. // The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – August, 1995. – Vol. 110. – No 2. – pp. 363–367.

156. Kempker, R. Grand Round Calling the Surgeon: The Role of Surgery in the Treatment of Drug-Resistant Tuberculosis /R. Kempker, S. Vashakidze, N. Solomonias et al. // Lancet Infect. Dis. – 2012. – Vol. 12. – No 2. – pp. 157–166.

157. Kir, A. Adjuvant resectional surgery improves cure rates in multidrug-resistant tuberculosis/A.Kir, I.Inci, T.Torun et al. //J. Thorac. Cardiovasc. Surg . – 2006. – Vol. 131. – pp. 693–696.

158. Kiriya, M. Endobronchial neodymium:yttrium-aluminum garnet laser for noninvasive closure of small proximal bronchopleural fistula after lung resection / M Kiriya, Y Fujii, Y Yamakawa et al. // Ann Thorac Surg 2002. No 73(3), pp. 945–948.

159. Kirschbaum, A. Local effects of high-powered neodymium-doped yttrium aluminium garnet laser systems on the pulmonary parenchyma: an experimental study on the isolated perfused pig lung lobe / A Kirschbaum, Emanuel Palade, Gian Kayser and Bernward Passlick // Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery. – 15 (2012). – pp. 191–193. – Doi:10.1093/icvts/ivs140

160. Kirschbaum, A. Airtightness of lung parenchyma without a closing suture after atypical resection using the Nd:YAG Laser LIMAX–120 / Andreas Kirschbaum, Thorsten Steinfeldt, Andreas Gockel et al. // *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*, 2014. No 18, pp. 92–95 Doi:10.1093/icvts/ivt420

161. Kirschbaum, A. Comparison of local tissue damage: monopolar cutter versus Nd:YAG laser for lung parenchyma resection. An experimental study. / A Kirschbaum, S Braun, P Rexin et al. // *Interact Cardio Vasc Thorac Surg*, 2014. No 18, pp. 1–6. – Doi:10.1093/icvts/ivt419

162. Kobak, M. Resections of lung in cases of cavitary multidrug–resistant tuberculosis / M Kobak // *Int J Tuberc Lung Dis.* – 2012. – T. 16. – No 12. – suppl.1. – P. 421

163. Kovacs, O. Comparing bipolar electrothermal device and endostapler in endoscopic lung wedge resection / Kovacs, O, Szanto Z, Krasznai G, Herr G. // *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*, 2009. – No 9. – pp.11–14, Doi:10.1510/icvts.2008.199307

164. Landreneau, R J. Thoracoscopic Neodymium: Yttrium–Aluminum Garnet Laser–Assisted Pulmonary Resection / Rodney J. Landreneau, David B. Herlan, Joel A. Johnson et al. // *Ann Thorac Surg.* – 1992; No 52, pp. 1276–8

165. Landreneau, R J. VATS wedge resection of the lung using the neodymium: yttrium–aluminum garnet laser / R J Landreneau, R J Keenan, S R Hazelrigg et al. // *Ann Thorac Surg*, 1993; No 56(3), pp. 758–61.

166. Landreneau, R J et al. Neodymium: yttrium–aluminum garnet laser–assisted pulmonary resections / R J Landreneau, S R Hazelrigg, J A Johnson et al. *Ann Thorac Surg* 1991. - No 51(6), pp. 973–77; discussion on pp. 977–978.

167. Laserson, K F. Speaking the same language: treatment outcome definitions for multidrug–resistant tuberculosis / K. F. Laserson, L. E. Thorpe, V. Leimane et al. // *Int. J. Tuberc. Lung Dis.* – 2005. – Vol. 9. – No 6. – pp. 640–645.

168. Leaver, H. Lymphocyte responses following open and minimally invasive thoracic surgery / Leaver H., Craig S. R., Yap P. et al. // *Eur J Clin. Invest.* – 2000. – Vol.30. – No 4. – pp. 230–238.

169. Lesser, T G. Laser application enables awake thoracoscopic resection of pulmonary nodules with minimal access / T G Lesser // *Surg Endosc*, 2012. No 26, pp. 1181–1186. – Doi:10.1007/s00464–011–2000–y.

170. Leung, J. S. M. Current patterns among surgical cases in pulmonary tuberculosis / J. S. M. Leung // *The bulletin the Hong Kong medical association.* – 1975. – Vol. 27. – pp. 73–78.

171. LoCicero, J. 3rd. Experimental Air Leaks In Lung Sealed by Low–Energy carbon Dioxide Laser Irradlatlon / Joseph LoCicero 3rd, James W Frederiksen, Renee S. Hartz et al. // *Chest*, 1985, No 87(6), pp.820–822

172. LoCicero, J. 3rd. New applications of the laser in pulmonary surgery: hemostasis and sealing of air leaks / J LoCicero 3rd, R S Hartz, J W Frederiksen, L L Michaelis // *Ann Thorac Surg*, 1985. No 40(6), pp. 546–550.

173. LoCicero, J. 3rd. Laser–assisted parenchyma–sparing pulmonary resection / J LoCicero 3rd, J W Frederiksen, R S Hartz, L L Michaelis // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 1989. No 97(5), pp. 732–36.

174. Marulli, G. A prospective randomized trial comparing stapler and laser techniques for interlobar fissure completion during pulmonary lobectomy / G Marulli, A Droghetti, F Di Chiara et al. // *Lasers Med Sci*, 2013. – No 28, pp. 505–511. Doi:10.1007/s10103–012–1097–0.

175. Masahira, N. Treatment Experience of Multidrug–Resistant Tuberculosis in Florida, 1994–1997 / N. Masahiro, P. Alonso, M. Lauzardo et al. // *Chest.* – 2001. – Vol. 120. – pp. 343–348.

176. Migliori, G. B. 125 years after Robert Koch's discovery of the tubercule bacillus: the new XDR–TB threat. Is "science" enough to tackle the epidemic? / G. B. Migliori, R. Loddenkemper, F. Blasi et al. // *Eur. Respir. J.* – 2007. – Vol. 29. – pp. 423–427.

177. Mineo, T. C. The Value of. the Nd:YAG Laser for the Surgery of Lung Metastases in a Randomized Trial / Tommaso C. Mineo, Vincenzo Ambrogi, Eugenio Pompeo et al. // *Chest*, 1998. No 113, pp. 1402–07

178. Minton, J P. Pulsed laser energy in the management of multiple pulmonary metastases / J. P. Minton, N. C. Andrews, JE Jesseph // *J Thorac Cardiovascular Surg*, 1967. No. 54(5). – pp. 707–713.

179. Moghissi, K. Experience in non–contact Nd YAG laser in pulmonary surgery. A pilot study / K Moghissi, M Dench, P Goebells // *Eur J Cardiothorac Surg* 1988. No 2(2), pp. 87–94.

180. Moghissi, K. Local excision of pulmonary nodular (coin) lesion with noncontact yttrium–aluminum–garnet laser / K Moghissi // *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989. No 97(1), pp. 147–51.

181. Moghissi, K. Neodymium: yttrium–aluminum–garnet laser for excision of pulmonary nodules: an institutional review / Keyvan Moghissi and Kate Dixon // *Lasers Med Sci*, 2009. – No 24, pp. 252–258. – Doi: 10.1007/s10103–007–0538–7.

182. Moghissi, K. Experience in Limited Lung Resection with the Use of Laser Lung / K Moghissi, 1990. – Suppl: pp. 1103–1109

183. Moghissi K. Effect of the Non–contact Mode of YAG Laser on Pulmonary Tissues and its Comparison with Electrodathermy: An Anatomico–pathological Study / K. Moghissi, Mary Dench, E. Neville // *Lasers in Medical Science*, 1989. – Vol. 4. P.17

184. Mohsen, T. Lobectomy or pneumonectomy for multidrug–resistant pulmonary tuberculosis can be performed with acceptable morbidity and mortality: A seven–year review of a single institution’s experience / T. Mohsen, A. A. Zeid, S. Haj–Yahia // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 2007. – Vol. 134. – pp. 194–198.

185. Molnar, T. F. Lung biopsy using harmonic scalpel: a randomized single institute study / Thomas F. Molnar, Istvan Benko, Zalan Szanto et al. // *European Journal of Cardio–thoracic Surgery*, No 28, 2005, pp. 604–606, Doi:10.1016/j.ejcts.2005.06.017.

186. Motus, I. Y. Pneumomectomy in Pulmonary Tuberculosis. To Do or Not to Do? / I. Y. Motus, A. V. Bazhenov, E. I. Kildyusheva // *Eur Respir J.* – 2012. – Vol.40. – No 56. – pp.497.

187. Motus, I. Ya. Video–assisted thoracoscopic resections (VATSR) in pulmonary tuberculosis (PTB) / I.Ya. Motus, A. S. Malceva, A. V. Bazhenov // *Eur Respir J.* – 2010. – Vol.36. – No 54. – pp.568.

188. Nagahiro, I. Pulmonary function, postoperative pain, and serum cytokine level after lobectomy: a comparison of VATS and conventional procedure / I. Nagahiro, A. Andou, M. Aoe et al. // *Ann Thorac Surg.* – 2001. – Vol.72. – No 2. – pp.362–365.

189. Nagayasu, T. Limited Lung Resection Using the Potassium–Titanyl–Phosphate (KTP) Laser / Takeshi Nagayasu, Keitaro Matsumoto, Shigeyuki Morino et al. // *Lasers in Surgery and Medicine*, 2006. – No 38, pp. 290–95.

190. Okada, S. Thoracoscopic lung resection for a peripheral lung cancer by a single surgeon with a voice–controlled robot / S. Okada // *Kyobu Geka.* – 2001. – Vol. 54. – pp. 968.

191. Padhi, R. K. The Treatment of Pulmonary Tuberculosis by resection / R. K. Padhi, R. B. Lynn // *The Indian Journal of Tuberculosis.* – 1957. – Vol. – 6, No 1. – pp. 3–11.

192. Park, S. K. A retrospective study for the outcome of pulmonary resection in 49 patients with multidrug–resistant tuberculosis / S. K. Park, C. M. Lee, J. P. Heu et al. // *Int. J. Tuberc. Lung Dis.* – 2002. – Vol. 6. – No 2. – pp. 143–149.

193. Perelman, M. I. Tuberculosis in Russia / M. I. Perelman // *Int. J. Tuberc. Lung Dis.* – 2000. – Vol. 4. – No 12. – pp.1097–1103.

194. Pereszlenyi, A. Laser Segmental Resection for Pulmonary Tumors / A. Pereszlenyi // *Advances in cancer research and treatment.* – Vol. 2013, article ID 976740, 9 pages. Doi: 10.5171/2013.976740. URL:<https://ibimapublishing.com/articles/ACRT/2013/976740/> (дата обращения: 15.12.2021)

- 195.** Pereszlenyi, A. Laser-Assisted Resection of a Giant Pulmonary Chondrohamartoma – A Case Report / A. Pereszlenyi, A. Rolle, B. Rudek et al. // *Thorac Cardiovasc Surg*, 2007; No 55: pp. 199–210. Doi: 10.1055/s-924620
- 196.** Philipp, C. M. Nd:YAG Laser Procedures in Tumor Treatment / Carsten M. PHILIPP, Ewa Rohde, H. P. Berlien // *Seminars in Surgical Oncology*, 1995. – No 11, pp. 290–298
- 197.** Pomerantz, B. J. Pulmonary resection for multi-drug resistant tuberculosis / B. J. Pomerantz, J. C. Cleveland, H. K. Olson et al. // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 2001. – Vol.121. – No 3. – pp. 448–453.
- 198.** Pomerantz, M. Surgical management of resistant mycobacterial tuberculosis and other mycobacterial pulmonary infections / M. Pomerantz, L. Madsen, M. Goble et al. // *The Annals of Thoracic Surgery.* – 1991. – Vol. 52. – pp. 1108–1111.
- 199.** Pontali, E. Rediscovering high technology from the past: thoracic surgery is back on track for multidrug-resistant tuberculosis / Pontali E. et al. // *Expert review of anti-infective therapy.* – 2012. – T. 10. – No 10. – C. 1109–1115.
- 200.** Quinlan, J. J. Pulmonary Resection for Tuberculosis / J. J. Quinlan, V. D. Schaffner, G. A. Kloss et al. // *The Canadian medical association Journal.* – 1962. – Vol. 86. – No 17. – pp. 761–767.
- 201.** Rixin, P. Local Effects on Lung Parenchyma Using a 600 µm Bare Fiber with the Diode-Pumped Nd:YAG Laser LIMAX-120 / Peter Rixin, Detlef Bartsch and Andreas Kirschbaum // *Appl. Sci.*, 2015, No 5, pp. 1560–569; Doi:10.3390/app5041560.
- 202.** Rocco, G. Uniportal video-assisted thoracoscopic surgery wedge lung biopsy in the diagnosis of interstitial lung diseases / G. Rocco, M. Khalil, R. Jutley // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 2005. – Vol.129. – No 4. – pp.947–948.
- 203.** Rolle, A. Morphologic aspects of Nd:YAG laser application on lung tissue / A Rolle, E Unsold, L Ruprecht et al. In: W Waidelich, R Waidelich as editors // *Laser Optoelectronics in Medicine.* Berlin and Heidelberg: Springer-Verlag, 1988. – pp.159–163. – Doi:10.1007/978-3-642-72870-9_39.

204. Rolle, A. des Neodym YAG Lasers in der Thorxchirurgie Herz Gefass // A Rolle, O Thetter, K Haussinger et al. // Thorax Chir, 1989. – No.3. – pp. 88–91.

205. Rolle, A. Extensive multiple and lobe–sparing pulmonary resections with the Nd: YAG laser and a new wavelength of 1318 nm / A Rolle, E Eulerich // Acta Chir Hung, 1999. – No. 38. – pp. 115–117.

206. Rolle, A. Lobe–sparing resection of multiple pulmonary metastases with a new 1318–nm Nd:YAG laser–first 100 patients / A. Rolle, R. Koch, S. K. Alpard, J. B. Zwischenberger // Ann Thorac Surg, 2002. – No 74(3). – pp. 865–869. – Doi:10.1016/S0003–4975(02)03805–5.

207. Rolle, A. Laser applications in lung parenchyma surgery /A Rolle // Med Laser Appl, 2003. – No 18(4), pp. 271–280. – Doi:10.1078/1615–1615–00114

208. Rolle, A. Laser resection technique and results of multiple lung metastasectomies using a new 1,318 nm Nd:YAG laser system / A. Rolle, A. Pereszlenyi, R. Koch et al. // Lasers Surg Med, 2006. – No 38(1), pp. 26–32. – Doi:10.1002/lsm.20259.

209. Rolle, A. Laser resection of lung metastasis / Axel Rolle, Arpad Pereszlenyi // Multimedia Manual of Cardiothoracic Surgery, Doi:10.1510/mmcts.2004.000570. URL: <https://mmcts.org/tutorial/1055> (дата обращения: 29.11.2021)

210. Samancilar, O. Comparison of the Harmonic Scalpel and the Ultrasonic Surgical Aspirator in Subsegmental Lung Resections: An Experimental Study / O. Samancilar, A. Cakan, Y. Cetin et al. // Thorac Cardiovasc Surg, 2007. – No 55. – pp. 509–51. – Doi: 10.1055/s–2007–965483.

211. Santini, M. Use of an electrothermal bipolar tissue sealing system in lung surgery / Mario Santini, Giovanni Vicidomini, Alfonso Baldi et al. // European Journal of Cardio–thoracic Surgery, 2006. – No 29. – pp.226–230.

212. Sawabata, N. In Vitro Study of Ablated Lung Tissue in Nd:YAG Laser Irradiation / Noriyoshi Sawabata, Kunimoto Nezu, Takashi Tojo and Soichiro Kitamura // Ann Thorac Surg, 1996. – No 61. – Pp.164–69

213. Scanagatta, P. Pulmonary resections: cytostructural effects of different-wavelength lasers versus electrocautery / Paolo Scanagatta, Giuseppe Pelosi, Francesco Leo // *Tumori*, 2012. -No 98. – Pp.90–93.

214. Sugimoto, S. Use of a vessel sealing system versus conventional electrocautery for lung parenchymal resection: a comparison of the clinicopathological outcomes in porcine lungs / Seiichiro Sugimoto, Shinichi Toyooka, Norichika Iga et al. // *Surg Today*. – Doi:10.1007/s00595–013–0545–1.

215. Shiraishi, Y. Resectional surgery combined with chemotherapy remains the treatment of choice for multi-drug resistant tuberculosis / Y. Shiraishi, Y. Nakajima, N. Katsuragi et al. // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 2004. – Vol. 128. – No 4. – pp.523–528.

216. Shiraishi, Y. Experience with pulmonary resection for extensively drug-resistant tuberculosis / Y. Shiraishi, N. Katsuragi, K. Hidefumi et al. // *Interact. Cardio. Vasc. Thorac. Surg.* – 2008. – Vol. 7. – pp. 1075–1078.

217. Shigemura, N. A New Tissue-Sealing Technique Using the LigaSure System for Nonanatomical Pulmonary Resection: Preliminary Results of Sutureless and Stapleless Thoracoscopic Surgery / Norihisa Shigemura, Akinori Akashi, Tomoyuki Nakagiri et al. // *Ann Thorac Surg*, 2004. – No 77. – pp. 1415–1419, Doi:10.1016/S0003–4975(03)01054–3.

218. Somocurcio, J. G. Surgery for patients with drug-resistant tuberculosis: report of 121 cases receiving community-based treatment in Lima, Peru / J. G. Somocurcio, A. Sotomayor, S. Shin, et al. // *Thorax*. – 2007. – Vol. 62. – pp. 416–421.

219. Souilamas, R. Surgical treatment of active and sequelae forms of pulmonary tuberculosis / R. Souilamas, M. Riquet, F. P. Barthes et al. // *Ann. Thorac. Surg.* – 2001. – Vol.71. – pp. 443–447.

220. Stokes, L. F. Biomedical utility of 1,32 μ m Nd:YAG laser radiation / L. F. Stokes, D. C. Auth, D. Tanaka et al. // *IEEE Trans Biomed Eng*, 1981. – Vol. 28, pp. 297–99.

- 221.** Sudeep, R. N. Errors in the Treatment of Tuberculosis in Baltimore / RN Sudeep, L. M. Anuradha, O. O. Olugbenga et al. // *Chest.* – 2000. – Vol. 17, No 7. – pp. 734–737.
- 222.** Sugi, K. Video–assisted thoracoscopic lobectomy reduces cytokine production more than conventional open lobectomy / K. Sugi, Y. Kaneda, K. Ecato // *Eur J. Cardiothorac Surg.* – 2000. – Vol.48. – No 3. – pp.161 – 165
- 223.** Taiwo, A. Thoracoscopy Versus Thoracotomy Improves Midterm Musculoskeletal Status and Cosmesis in Infants and Children / A. Taiwo, J. H. Lawal, J. F. Gosemann et al. // *Ann. Thorac. Surg.* – 2009. – Vol.87. – pp.224–228.
- 224.** Takaro, T. Changing Concepts of the Pathologic Basis for Resection in Pulmonary Tuberculosis / T. Takaro, W. M. Bond // *The Indian Journal of Tuberculosis.* – 1997. – Vol. 3. – No 2. – pp. 56–64.
- 225.** Vashakidze, S. Favorable outcomes for multidrug and extensively drug resistant tuberculosis patients undergoing surgery / S. Vashakidze, S. Gogishvili, K. Nikolaishvili et al. // *Ann. Thorac. Surg.* –2013. – Vol.95. – No 6. – pp. 1892–1898.
- 226.** Wolfe, WG., Experimental and Clinical Use of the YAG Laser in the Management of Pulmonary Neoplasms / W. G. Wolfe, P. H. Cole, D. C. Sabiston // *Ann. Surg.* – May 1984, Vol. 199.– No. 5. – pp. 526–531.
- 227.** Wan, I.Y.P. Video–Assisted Thoracic Surgery Major Lung Resection Can Be Safely Taught to Trainees / I. Y. P. Wan, K. H. Thung, M. K. Y. Hsin et al. // *Ann. Thorac. Surg.* – 2008. – Vol. 85. – pp.416–419.
- 228.** Wang, H. Pulmonary Resection in the Treatment of Multidrug–Resistant Tuberculosis: A Retrospective Study of 56 Cases / H. Wang, H. Lin, G. Jiang // *Ann. Thorac. Surg.* – 2008. – Vol. 86. – pp.1640–1645.
- 229.** Woojin, L. Initial Drug Resistance and Tuberculosis Treatment Outcomes: Systematic Review and Meta–analysis /L. Woojin, P. Madhukar, O. Oxlade et al. // *Annals of Internal Medicine.* – 2008. – Vol. 149. – No 2. – pp. 123–134.

230. Xu, H. B. Pulmonary resection for patients with multidrug-resistant tuberculosis: systematic review and meta-analysis / H. B. Xu, R. H. Jiang, L Li // *Journal of antimicrobial chemotherapy*. – 2011. – T. 66. – No. 8. – pp.1687–1695.

231. Yen, Y. Image characteristics as predictors for thoracoscopic anatomic lung resection in patients with pulmonary tuberculosis / Y. Yen, M. Wu, L. Cheng et al. // *Ann.Thorac.Surg.* –2011. – Vol. 92. – No 1. – pp. 290–295.

232. Yen, Y. The Role of Video-Assisted Thoracoscopic Surgery in Therapeutic Lung Resection for Pulmonary Tuberculosis / Y. Yen, M. Wu, W. Lai et al. // *Ann.Thorac.Surg.* –2013. – Vol. 95. – No 1. – pp. 257–263.

233. Yerimbetov, K. The experience of surgical treatment of patients with pulmonary extensively resistant tuberculosis / K. Yerimbetov, T. Abildaev, A. Alenova et al. // *Medical and Health Science Journal*. – 2011. – Vol. 5. – pp. 84–87.

234. Yim, A. P. C. Minimizing chest wall trauma in video assisted thoracic surgery / A. P. C. Yim // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 1995. – Vol. 109. – pp.1255–1256.

235. Yim, A. P. C. A New Technological Approach to Nonanatomical Pulmonary Resection: Saline Enhanced Thermal Sealing / A. P. C. Yim, Erino A. Rendina, Stephen R. Hazelrigg et al. // *Ann Thorac Surg* 2002; 74. – pp.1671–1676.