

ОПРАВДАНЫ ЛИ ПРЕЦИЗИОННЫЕ РЕЗЕКЦИИ ПРИ ТУБЕРКУЛЕМЕ ЛЕГКИХ?

Дьячков И.А.¹, Мотус И.Я.¹, Скорняков С.Н.¹, Баженов А.В.¹, Бадыков И.И.¹

¹Уральский НИИ фтизиопульмонологии – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр фтизиопульмонологии и инфекционных заболеваний» Минздрава России, Екатеринбург, e-mail: ilia.dya4koff@yandex.ru

По-прежнему самой распространенной операцией во фтизиохирургии является атипичная резекция легких с применением сшивающих аппаратов. Однако методика ведет к необратимой деформации нормальной гистоархитектоники органа. Возможной альтернативой являются прецизионные резекции Nd:YAG-лазером с длиной волны 1318 нм. Цель исследования – разработка, обоснование и оценка эффективности прецизионных лазерных резекций легких при туберкулемах с применением Nd:YAG-лазера с длиной волны 1318 нм. В исследование были включены 116 пациентов с туберкулемами легких. В основной (проспективной) группе (n=58) была выполнена прецизионная лазерная резекция легких, а в контрольной (ретроспективной) группе (n=58) – атипичные резекции легких с применением сшивающих аппаратов. Были оценены непосредственные и отдаленные результаты резекций. Объем резектата в первой группе оказался статистически значимо меньше, чем во второй: $14 \pm 7,4$ см³ против $30 \pm 9,7$ см³ ($p < 0,05$). Средний объем туберкулемы в резектате в первой группе составил около 72%, а во второй – лишь 25% ($p < 0,05$). В основной группе было прооперировано больше пациентов со множественными туберкулемами, нежели в контрольной: 48,2% против 17,2% ($p < 0,05$). Туберкулезные изменения по линии резекции были обнаружены только после атипичных резекций, 20,7% случаев. Непосредственные и отдаленные результаты резекций сопоставимы в обеих группах. Прецизионные резекции Nd:YAG-лазером с длиной волны 1318 нм при туберкулемах в ряде клинических ситуаций (в соответствии с разработанным алгоритмом отбора) могут быть рекомендованы как органосохраняющая альтернатива аппаратным резекциям.

Ключевые слова: туберкулема, Nd:YAG-лазер, прецизионные резекции легких, атипичные резекции легких.

IS THE PRECISION RESECTION OF PULMONARY TUBERCULOMA VALIDITY?

Dyachkov I.A.¹, Motus I.Ya.¹, Skorniyakov S.N.¹, Bazhenov A.V.¹, Badykov I.I.¹

Ural Phthisiopulmonology Research Institute – a Branch of National Medical Research Center of Phthisiopulmonology and Infectious Diseases, Russian Ministry of Health, Yekaterinburg, e-mail: ilia.dya4koff@yandex.ru

As before, the most common operation in phthisiosurgery is atypical lung resection using suturing devices. However, the technique leads to irreversible deformation of the normal histoarchitectonics of the organ. A possible alternative is precision resections with Nd:YAG laser with a wavelength of 1318 nm. The aim of the study. Development, justification and evaluation of the effectiveness of precision laser lung resections in tuberculosis using Nd:YAG laser with a wavelength of 1318 nm. The study included 116 patients with pulmonary tuberculosis, in the main (prospective) group (n=58) precision laser lung resection was performed, and in the control (retrospective) group (n=58) atypical lung resections using crosslinking devices were performed. Immediate and long-term results of resections were evaluated. The volume of resectate in the first group was significantly less than in the second, 14 ± 7.4 cm³ versus 30 ± 9.7 cm³ ($p < 0.05$). The average volume of tuberculosis in the resectate in the first group was about 72%, and in the second only 25% ($p < 0.05$). In the main group, more patients with multiple tuberculosis were operated on than in the control group, 48.2% versus 17.2% ($p < 0.05$). Tuberculosis changes along the resection line are detected only after atypical resections, 20.7% of cases. Immediate and long-term results of resections are comparable in both groups. Precision resections with Nd:YAG laser with a wavelength of 1318 nm in tuberculosis in a number of clinical situations (in accordance with the developed selection algorithm) can be recommended as an organ-preserving alternative to hardware resections.

Keywords: tuberculosis, Nd:YAG laser, precision lung resections, atypical lung resections.

На 2017 год в России 76,5% всех фтизиохирургических операций выполнялось по поводу туберкулем легких [1], из них 61,3% – атипичные резекции с применением сшивающих аппаратов [2]. При очевидных преимуществах аппаратные резекции имеют недостаток – необратимое изменение изначальной гистоархитектоники органа [3, 4, 5].

Альтернатива – прецизионные вмешательства с применением диатермокоагуляции, аргон-плазменной коагуляции, ультразвука, лазера [6, 7]. Доказаны безопасность и эффективность прецизионных резекций легких с применением неодимового лазера с длиной волны 1318 нм (ЛР) [8, 9, 10]. Кроме этого, ЛР вследствие высокотемпературного воздействия на паренхиму в зоне резекции обеспечивает отсутствие признаков туберкулезных изменений [11, 12].

В то же время в отечественной хирургии накоплен значительный опыт применения лазерного скальпеля в хирургическом лечении туберкулеза легкого [13, 14], но в литературе, имеющейся в распоряжении авторов, сведения о прецизионных резекциях легких Nd:YAG-лазером с длиной волны 1318 нм при туберкулемах легких, особенностях отбора пациентов на такие вмешательства и клиническая эффективность их выполнения отсутствуют.

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

Материал и методы исследования. Исследование представляло собой открытое нерандомизированное исследование по типу «случай-контроль». В него включены 116 пациентов с туберкулемами легких, оперированных в легочно-хирургической клинике Уральского НИИ фтизиопульмонологии в период с июня 2013 г. по июнь 2019 г. Критерием включения пациентов в исследование являлось наличие мелких и средних туберкулем легких (1–4 см, по М.М. Авербаху, 1962), расположенных в плащевой зоне легкого, при минимальной степени выраженности перифокальной инфильтрации и очагов обсеменения по данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ). Критерии исключения: наличие противопоказаний к оперативному лечению, перенесенные ранее резекции на стороне предполагаемой операции, необходимость анатомической резекции или лобэктомии. Больных обследовали в соответствии со стандартной диагностической программой, которая состояла из методов лабораторного и инструментального исследований в соответствии с действующими клиническими рекомендациями.

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

Вторая (контрольная) группа состояла также из 58 пациентов, которым были выполнены атипичные резекции с применением сшивающих аппаратов Covidien DST Series, с размером кассеты 60 мм (АР). Контрольная группа набиралась ретроспективно согласно критериям

включения, приведенным выше. В контрольной группе у 10 больных (17,2%) также удалялись множественные туберкулемы (по 2 у каждого).

Основная и контрольная группы были сопоставимы по полу, антропометрическим данным, возрасту, по основным гематологическим показателям, по продолжительности наблюдения пациента с диагнозом «туберкулез», размеру туберкулем, сопутствующей патологии, сторонам оперативного вмешательства.

Методика оперативного вмешательства заключалась в следующем. Хирургический доступ – боковая торакотомия. При наличии спаек в плевральной полости выполняли пневмолиз. В ходе визуальной и пальпаторной ревизии процесса оценивали соответствие его характеристик критериям включения. При несоответствии выполняли АР по общепринятой методике [11], при соответствии – ЛР. Окружающую паренхиму легкого в зоне вмешательства обкладывали влажными марлевыми салфетками для защиты от повреждения лучом лазера. Далее выполняли ЛР (мощность 80 Вт) с отступом от видимого края туберкулемы на не более чем 0,5 см, в условиях визуального контроля с минимальной потерей интактной легочной ткани. Зону резекции периодически увлажняли 0,9%-ным раствором натрия хлорида или фурацилином. Образующийся дым эвакуировали с помощью дымоотсоса. Видимые остающиеся изменения по линии резекции vaporизировали рассеянным лучом лазера. После удаления образования дефект легочной ткани ушивали рассасывающейся лигатурой Викрил 3-0; Futberg, Minsk, Belarus. Легкое раздувалось под давлением 20 мбар. Производился контроль герметичности шва. Дренирование плевральной полости и ушивание раны были стандартными.

Расширения объема вмешательства или перехода на другой вид резекции не потребовалось ни разу, даже в случаях множественных туберкулем, которые имели место у 28 из 58 пациентов (48,2%).

Чтобы определить объем резектата легочной ткани, резецированную часть легкого с туберкулемой после удаления из раны принудительно погружали в мерный сосуд с водой объемом 600 мл и по объему вытесненной жидкости оценивали объем резектата.

Методом вытеснения жидкости определяли общий объем резектата. Далее математически, по данным МСКТ, рассчитывали объем туберкулемы. Затем производили расчет объемной доли туберкулемы в резектате.

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

Сравнительная оценка непосредственных результатов лечения дана по следующим критериям: интраоперационные (продолжительность операции, интраоперационные осложнения, объем интраоперационной кровопотери) и послеоперационные (продолжительность дренирования плевральной полости, рентгенологическая картина в динамике, осложнения в послеоперационном периоде, которые оценивались по классификации Clavien-Dindo et al., 2009).

Отдаленные результаты лечения в обеих группах оценивали на основании результатов контрольных осмотров пациентов, проведенных в ходе диспансерного наблюдения и отраженных в первичной медицинской документации, телефонного общения с ними, а также по сведениям, полученным от персонала диспансерной сети. Период наблюдения составил 3 года.

Полученные клинические данные верифицированы в ходе проведенной в УНИИФ клинической апробации: «Метод органосохраняющей резекции, выполненной на основе применения NdYAG лазера с длиной волны 1318 нм у пациентов с ограниченными формами туберкулеза легких», протокол клинической апробации № 2018-18-2.

При статистической обработке полученные результаты были проверены на нормальность распределения показателей. При сравнении двух групп наблюдения (ЛР и АР) в случае нормального распределения количественных показателей использовали методы параметрической статистики (t-критерий Стьюдента). В случае негауссовского распределения данные представлены как медиана с указанием процентилей Q_1 и Q_3 ; для сопоставления групп пациентов использовали непараметрический критерий χ^2 по Фишеру, критерий Манна–Уитни. Различия считались статистически значимыми при значении $p < 0,05$.

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

Результаты исследования и их обсуждение. Среднее значение объема резектата при ЛР оказалось статистически значимо меньше, чем при АР: $14 \pm 7,4$ см³ и $30 \pm 9,7$ см³ соответственно ($p < 0,05$). В то же время сравнительный анализ объемной доли туберкулемы в резектате показал, что средний объем туберкулемы в резектате при ЛР составлял 72%, что значительно больше, чем 25% – при АР ($p < 0,05$).

В основной группе пациентов было удалено 99 туберкулем, в контрольной группе – 68 туберкулем. При патоморфологическом исследовании операционного материала установлено, что по линии резекции удаленного участка легкого признаков туберкулезного процесса у пациентов основной группы обнаружено не было, что можно объяснить результатами высокотемпературного воздействия направленной энергии лазера по линии резекции. При исследовании линии резекции легкого у больных контрольной группы признаки

туберкулезного процесса (неактивные фиброзно-казеозные очаги и эпителиоидноклеточные гранулемы) были обнаружены в 12 из 58 случаев (20,7%).

Длительность оперативного вмешательства составила: в основной группе $66,53 \pm 18,31$ мин., в контрольной группе $61,49 \pm 29,96$ мин., $U=1364,5$, $p < 0,05$. Большая продолжительность лазерных резекций объясняется прецизионным характером вмешательства, а также необходимостью повторения оперативного приема при ЛР два и более раз у пациентов со множественными поражениями, в то время как в контрольной группе оперативный прием всегда выполнялся одномоментно путем наложения сшивающего аппарата. В то же время величина интраоперационной кровопотери у пациентов основной группы была статистически меньше по сравнению с контрольной группой: $58,53 \pm 38,15$ мл и $90,23 \pm 84,21$ мл соответственно, $U=2725$, $p < 0,05$. 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]).

Статистически значимых различий по количеству и структуре послеоперационных осложнений не отмечено, $\chi^2=0,678$, $p > 0,05$ (табл. 1).

Таблица 1

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

Отдаленные результаты лечения туберкулеза прослежены у всех 58 пациентов основной группы и у 40 пациентов контрольной группы. Подавляющее большинство пациентов обеих групп (55 (95%) в основной группе и 35 (87,5%) в контрольной группе) в различные сроки были сняты с диспансерного учета как достигнувшие полного клинико-рентгенологического выздоровления, $p > 0,05$. В обеих группах зарегистрировано по одному случаю смерти от нетуберкулезных причин, $p > 0,05$. Во всех случаях причиной стала декомпенсация сопутствующей патологии. Реактивация (обострение) туберкулезного процесса в отдаленном послеоперационном периоде после лазерных резекций наблюдалась статистически значимо

реже: в 2 случаях (3%) в основной группе и в 4 случаях (10%) в контрольной группе, $p < 0,05$; однако эти различия могут быть обусловлены также некоторым искажением статистики в результате отрыва от наблюдения 31% пациентов контрольной группы. Причиной реактивации туберкулеза во всех случаях явились либо отказ пациентов от дальнейшего лечения, либо проведение терапии без учета данных об устойчивости МБТ (табл. 2). 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 отказался 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.

Таблица 2

Результаты лечения пациентов основной и контрольной групп

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

Заслуживает описания рентгенологическая картина легкого после ЛР. По данным МСКТ, на месте резецированной лазером туберкулемы определялся инфильтрат с участками просветления. Сроки возникновения указанных изменений варьировались: наибольшая выраженность этих изменений отмечалась через 2 недели после выполнения оперативного вмешательства, полная регрессия указанных изменений наступала через 3–6 месяцев после операции. В 12% случаев отмечены рентгенологические изменения по типу тонкостенных воздушных полостей (булл) (табл. 3).

Таблица 3

Анализ динамики рентгенологических изменений у пациентов основной группы

МСКТ-картина	ИНФИЛЬТРАТ								ОСТАТОЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ			
	2 недели		1 месяц		3 месяца		6 месяцев		12 месяцев		36 месяцев	
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
-----	----	-----	----	----	----	----	---	---	---	---	---

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

Наблюдаемые после операции рентгенологические изменения, подвергающиеся полной спонтанной регрессии, объясняются последствиями термического, высокотемпературного воздействия лазерного излучения на легочную ткань. Каких-либо клинических и лабораторных проявлений этого воздействия не зарегистрировано (рисунок).



а

б

в

Динамика изменений в легком после ЛР с исходом в линейный рубец:

а – туберкулема перед операцией; б – инфильтрат в зоне ЛР через 1 месяц;

в – тонкий линейный рубец в зоне ЛР через 12 месяцев

Анализ полученных результатов лечения пациентов обеих групп подтвердил правильность ранее разработанного нами алгоритма отбора пациентов на лазерные резекции (патент на промышленный образец № 116878 от 09 октября 2019 г. «Схема «Алгоритм отбора пациентов на оперативное лечение с применением хирургического лазера по поводу туберкулем легких») [2, 3].

Выводы

1. Прецизионные резекции легких при туберкулемах с помощью Nd:YAG-лазера с длиной волны 1318 нм целесообразны при соблюдении следующих критериев, определяемых по результатам МСКТ: плащевая локализация туберкулемы, размер не более 4 см в максимальном своем измерении, минимальная степень перифокальной 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, при отсутствии морфологических признаков туберкулезного воспаления по линии резекции.

3. Характеристики оперативного вмешательства и течения послеоперационного периода у пациентов, перенесших ЛР или АР по поводу туберкулом, не имеют клинически значимых различий.
4. Клиническое излечение в основной группе достигнуто у 94,8% больных, что определяет целесообразность выполнения прецизионных резекций легких при туберкулемах с помощью Nd:YAG-лазера с целью уменьшения объема удаляемой легочной ткани без ущерба качеству лечения туберкулеза.

Список литературы

1. Шилова М.В. Заболеваемость туберкулезом населения Российской Федерации // Медицинский алфавит. 2019. Т.1. №15. С.7-18. DOI: 10.33667/2078-5631-2019-1-15(390)-7-18.
2. Гиллер Д.Б., Шайхайев А.Я., Васильева И.А., Зюзя Ю.Р., Ениленис И.И., Асанов Б.М., Исаева Т.Х., Волынкин С.В., Папков А.В., Садовникова С.С. Эффективность частичных резекций легких у больных туберкулезом с множественной лекарственной устойчивостью // Проблемы туберкулеза и болезней легких. 2008. № 5. С. 6–10.
3. Пилькевич Д.Н., Чекакина М.А., Ануфриева С.С. Опыт применения видеоторакоскопических атипичных резекций легкого при очаговых образованиях // Русский медицинский журнал. 2023. №1. С. 18–21.
4. Rolle A., Pereszlenyi A., Koch R., Bis B., Baier B. Laser resection technique and results of multiple lung metastasectomies using a new 1,318 nm Nd:YAG laser system // Lasers Surg. Med. 2006. Vol. 38. №1. P. 26–32. DOI: 10.1002/lsm.20259.
5. Watanabe A. Troubleshooting in thoracoscopic anatomical lung resection for lung cancer // Surg. Today. 2021. Vol. 51 №5. P. 669-677. DOI: 10.1007/s00595-020-02136-x.
6. Перельман М.И. Прецизионная техника удаления патологических образований из легких // Хирургия. 1983. № 11. С. 12–13.
7. Fiorelli A., Accardo M., Carelli E., Del Prete A., Messina G., Reginelli A., Berritto D., Papale F., Armenia E., Chiodini P., Grassi R., Santini M. Harmonic technology versus neodymium-doped yttrium aluminium garnet laser and electrocautery for lung metastasectomy: an experimental study // Interact Cardio Vasc Thorac Surg. 2016. Vol. 23. №1. P. 47–56. DOI: 10.1093/icvts/ivw067.
8. Дьячков И.А., Мотус И.Я., Баженов А.В., Медвинский И.Д., Скорняков С.Н., Бердников Р.Б. Прецизионные резекции легких как альтернативная технология оперативного этапа лечения туберкулем // Туберкулез и болезни лёгких. 2019. Т. 97. № 12. С. 68-69. DOI: 10.21292/2075-1230-2019-97-12-68-69.

9. Kirschbaum A., Steinfeldt T., Gockel A., Fazio Di P., Quint K., Bartsch D. Airtightness of lung parenchyma without a closing suture after atypical resection using the Nd:YAG Laser LIMAX–120 // *Interact Cardio Vasc Thorac Surg*. 2014. Vol. 18. №1. P. 92–95 DOI: 10.1093/icvts/ivt420.
10. Pereszlenyi A. Laser Segmental Resection for Pulmonary Tumors // *Advances in cancer research and treatment*. Vol. 2013. Article ID 976740. 9 p. DOI: 10.5171/2013.976740.
11. Баженов А.В., Хольный П.М., Неретин А.В., Дьячков И.А., Мотус И.Я., Прецизионные резекции при ограниченных формах туберкулёза легких с применением 1318-нм ND:YAG-лазера // *Медицинский альянс*. 2017. № 1. С. 43-49.
12. Холодок О.А., Григоренко А.А., Рябов Е.В. Морфологическая оценка активности туберкулём при их случайном выявлении в результате оперативного вмешательства на лёгких // *Дальневосточный медицинский журнал*. 2015. № 1. С.81-84.
13. Дьячков И.А., Мотус И.Я., Баженов А.В., Скорняков С.Н., Бердников Р.Б. Прецизионная резекция легкого при туберкулемах с помощью Nd:YAG-лазера // *Туберкулёз и болезни лёгких*. 2021. Т. 99. № 12. С. 27-32. DOI: 10.21292/2075-1230-2021-99-12-27-32.
14. Рагулин Ю.А., Смоленов Е.И., Усачев В.С. Результаты применения Nd:YAG-лазера и электрокоагулятора в хирургии легочных метастазов // *Исследования и практика в медицине*. 2018. Т. 5. №2. С. 10-18. DOI: 10.17709/2409-2231-2018-5-2-1.