



## Прецизионная резекция легкого при туберкулемах с помощью Nd:YAG-лазера

И. А. ДЬЯЧКОВ, И. Я. МОТУС, А. В. БАЖЕНОВ, С. Н. СКОРНЯКОВ, Р. Б. БЕРДНИКОВ

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр фтизиопульмонологии и инфекционных заболеваний» МЗ РФ, г. Екатеринбург, РФ

РЕЗЮМЕ

**Цель исследования:** сравнительное изучение непосредственных и отдаленных результатов резекций легких по поводу туберкулем путем прецизионной резекции при помощи Nd:YAG-лазера с длиной волны 1 318 нм и атипичной резекции сшивающими аппаратами.

**Материалы и методы.** Проведено сравнение в двух группах по 58 пациентов в каждой. Группы были сопоставимы по полу больных, возрасту, характеру сопутствующей патологии и туберкулезному процессу в легких. Пациенты прооперированы в группе I с использованием прецизионной резекции 1,318-нм Nd:YAG-лазером, в группе II – методом сублобарной резекции с использованием сшивающих аппаратов.

**Результаты.** Средняя продолжительность госпитализации в I и II группах составила  $19,10 \pm 6,02$  и  $19,20 \pm 6,02$  сут ( $p > 0,05$ ); продолжительность операции – 65 [55; 75] и 55 [45; 60] мин ( $p > 0,05$ ); средний объем операционной кровопотери – 50 [33; 70] и 70 [50; 165] мл ( $p > 0,05$ ); средняя длительность дренирования плевральной полости после операции – 4 [3; 5] и 4 [3; 6] сут ( $p > 0,05$ ). Статистически значимые различия отмечены по среднему объему удаленного участка легкого:  $14,0 \pm 7,4$  мм<sup>3</sup> в группе I и  $95,0 \pm 9,7$  мм<sup>3</sup> в группе II ( $p \leq 0,05$ ). Послеоперационные осложнения по классификации Клавье – Диндо отмечены в 10,2% случаев в группе I и 15,5% в группе II. По данным компьютерной томографии органов грудной клетки, в 91,6% случаев в зоне прецизионного вмешательства сформировался тонкий линейный рубец.

**Вывод.** Хирургические методики сопоставимы по непосредственным и отдаленным результатам, но прецизионная резекция с использованием лазера минимизирует удаление интактной ткани при удалении туберкулем.

**Ключевые слова:** туберкулема легких, прецизионная резекция легкого, 1,318нм-Nd:YAG-лазер

**Для цитирования:** 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 // Туберкулез и болезни лёгких. – 2021. – Т. 99, № 12. – С. 27-32. <http://doi.org/10.21292/2075-1230-2021-99-12-27-32>

## Precision Resection of Pulmonary Tuberculoma Using Nd:YAG-Laser

I. A. DYACHKOV, I. YA. MOTUS, A. V. BAZHENOV, S. N. SKORNYAKOV, R. B. BERDNIKOV

National Medical Research Center of Phthisiopulmonology and Infectious Diseases, Yekaterinburg, Russia

ABSTRACT

**The objective of the study:** a comparative study of immediate and long-term results of pulmonary tuberculoma precision resection with Nd:YAG-laser with a wavelength of 1,318 nm and atypical resection with suturing devices.

**Subjects and Methods.** Two groups of 58 patients each were compared. The groups were comparable in terms of gender, age, the nature of the concomitant pathology and the main pathological process. In Group I, patients were operated on using precision 1,318-nm Nd:YAG-laser resection, and in Group II, the sublobar resection with suturing devices were used.

**Results.** The mean duration of hospital stay in Groups I and II was  $19.10 \pm 6.02$  and  $19.20 \pm 6.02$  days respectively ( $p > 0.05$ ), the duration of surgery made 65 [55; 75] and 55 [45; 60] minutes ( $p > 0.05$ ), the mean volume of surgical blood loss was 50 [33; 70] and 70 [50; 165] ml ( $p > 0.05$ ), and the mean duration of pleural cavity drainage after surgery was 4 [3; 5] and 4 [3; 6] days ( $p > 0.05$ ). Statistically significant differences were noted in the mean volume of the resected part of the lung:  $14.0 \pm 7.4$  mm<sup>3</sup> in Group I versus  $95.0 \pm 9.7$  mm<sup>3</sup> in Group II ( $p \leq 0.05$ ). The complete clinical and radiological cure was achieved in 70% of patients in Group I and 82% in Group II.

According to MSCT data, in 91.6% of cases, a thin linear scar is formed in the area of precision intervention.

**Conclusion:** The surgical methods are comparable in terms of immediate and long-term results but precision laser resection minimizes the removal of intact tissue during the removal of tuberculomas.

**Key words:** pulmonary tuberculoma, organ-preserving resection, 1,318 nm-Nd:YAGlaser

**For citations:** Dyachkov I.A., Motus I.Ya., Bazhenov A.V., Skorniyakov S.N., Berdnikov R.B. Precision resection of pulmonary tuberculoma using Nd:YAG-laser. *Tuberculosis and Lung Diseases*, 2021, Vol. 99, no. 12, P. 27-32. (In Russ.) <http://doi.org/10.21292/2075-1230-2021-99-12-27-32>

Для корреспонденции:

Дьячков Илья Андреевич  
E-mail: [ilia.dya4koff@yandex.ru](mailto:ilia.dya4koff@yandex.ru)

Correspondence:

Ilya A. Dyachkov  
Email: [ilia.dya4koff@yandex.ru](mailto:ilia.dya4koff@yandex.ru)

Использование хирургического метода позволяет повысить эффективность лечения пациентов с туберкулезом легких до 90-98% [2, 9]. В России среди фтизиохирургических вмешательств преобладают операции по поводу ограниченных форм туберкулеза легких, в частности при туберкулемах – 76,5% [2, 9]. При этом самой распространенной методикой оперативного вмешательства является атипичная резекция легких с применением сшивающих

аппаратов [2, 9]. При очевидных преимуществах (техническая простота, надежность) эта методика не лишена недостатков: вместе с патологическим образованием неизбежно удаляется значительный массив интактной легочной ткани, а в прилегающей остающейся части легкого в результате компрессионного раздавливания браншами сшивающего аппарата безвозвратно изменяется нормальная архитектоника легочной ткани [4, 11, 12, 13].

Одной из наиболее перспективных альтернативных органосохраняющих методик является прецизионная резекция легких Nd:YAG-лазером с длиной волны 1 318 нм [6, 8, 10, 12, 13]. В отечественной хирургии накоплен опыт применения лазерного скальпеля в хирургическом лечении туберкулеза легкого [1, 3-5], но клинический эффект прецизионной резекции туберкулем с использованием Nd:YAG-лазера с длиной волны 1 318 нм не исследовался.

Цель исследования: сравнительное изучение непосредственных и отдаленных результатов резекций легких по поводу туберкулем путем прецизионной резекции при помощи Nd:YAG-лазера с длиной волны 1 318 нм и атипичной резекции сшивающими аппаратами.

### Материалы и методы

В данном исследовании проанализированы данные двух групп пациентов, оперированных по поводу туберкулем легких: в группе I из 58 пациентов использована прецизионная резекция с помощью Nd:YAG-лазера с длиной волны 1 318 нм, в группе II из 58 пациентов применен метод сублобарной резекции участка легкого, содержащего туберкулемы, линейными сшивающими аппаратами DST Series™ TA™ type TA6048L. Множественные туберкулемы отмечены у 17 человек в группе I и у 12 – в группе II. У них за одну операцию было удалено несколько образований. Так, у 4 пациентов группы I резецированы туберкулемы, локализовавшиеся в одной доле, у 13 – в разных долях одного легкого. У 12 пациентов группы II все резецированные множественные туберкулемы располагались в пределах одной доли.

Все пациенты прооперированы в период с июля 2013 г. по декабрь 2018 г. в туберкулезном легочно-хирургическом отделении ФГБУ «Уральский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России. Результаты лечения оценивали в течение двух лет. Выполнение исследования одобрено этическим комитетом УНИИФ (протокол № 10 от 15.05.2013 г.).

Отбор пациентов для прецизионной резекции осуществляли в соответствии с разработанным нами алгоритмом (патент на промышленный образец № 116878 от 09.10.2019 г.). Критерии включения: туберкулема(ы) легкого, периферическая их локализация, отсутствие туберкулезных очагов за пределами сегмента, содержащего туберкулему, размер туберкулемы не более 3,5 см в максимальной проекции и с минимальной степенью выраженности перифокальной инфильтрации.

Критерии исключения: некроз в зоне дренирующего бронха; поражение дренирующего бронха (инфильтрация стенки бронха, признаки стеноза, деформация бронха), отсутствие у пациента приверженности к лечению.

Группа I формировалась проспективно, а группа II подбиралась ретроспективно по принципу случай – контроль. Обе группы были сопоставимы по полу, возрасту пациентов, характеру туберкулезного процесса (кроме расположения туберкулем) и сопутствующей патологии.

Методика прецизионной резекции заключалась в следующем. Боковая торакотомия в пятом межреберье. В рану устанавливали ранорасширитель. Далее проводили интраоперационную ревизию, при необходимости – выделение легкого из плевральных сращений. Интактную паренхиму легкого в зоне вмешательства обкладывали влажными марлевыми салфетками для защиты от повреждения лучом лазера. Далее 1 318-нм Nd:YAG-лазером (мощность 80 Вт) выполняли резекцию образования с одновременной эвакуацией дыма и периодическим увлажнением линии резекции раствором натрия хлорида 0,9%. Видимые остающиеся изменения по линии резекции вапоризировали рассеянным лучом лазера. После удаления образования дефект легочной ткани ушивали рассасывающейся лигатурой (Vikril 3/0; Futberg, Minsk, Belarus). Легкое раздували под давлением 20 см водного столба (CHIROLOG SV alfa; CHIRANAMedical, a.s., StaraTura, Slovakia). Производили контроль герметичности шва. Рану ушивали послойно.

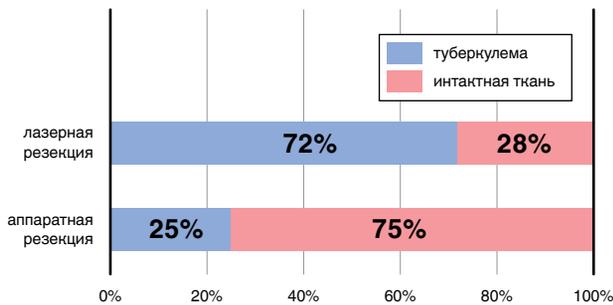
Вычисление объема удаленной ткани легкого и ее составляющих в обеих группах проведено по методике определения объема вытесненной жидкости.

Полученные в ходе исследования данные были статистически обработаны в программе BioStat, version 2009, AnalystSoftInc., Walnut, CA, USA. Непараметрические данные представлены как медиана с указанием квартилей (Q1 и Q3), а параметрические – в процентах. Для сравнения параметрических данных с нормальным распределением показателей использовался t-критерий Стьюдента, в иных случаях применялся U-критерий Манна – Уитни (для количественных показателей), точный двухсторонний критерий Фишера (ТДКФ),  $\chi^2$  Пирсона (для качественных показателей). При значении  $p \leq 0,05$  различия считались статистически значимыми.

### Результаты

Общая продолжительность госпитализации в группах I и II была сопоставимой –  $19,10 \pm 6,02$  и  $19,20 \pm 6,02$  сут соответственно ( $p > 0,05$ ). Продолжительность оперативного вмешательства составила 65 [55; 75] мин и 55 [45; 60] мин соответственно ( $p > 0,05$ ). Средний объем кровопотери во время операции был 50 [33; 70] мл и 70 [50; 165] мл соответственно. Средняя длительность послеоперационного дренирования плевральной полости в обеих группах – 4 [3; 5] и 4 [3; 6] сут. Каких-либо особенностей в течении послеоперационного пери-

ода у пациентов группы I, где удалялось несколько туберкулем из разных долей, не наблюдалось. При этом средний объем удаленного участка(ков) легкого составил  $14,0 \pm 7,4 \text{ мм}^3$  в группе I и  $95,0 \pm 9,7 \text{ мм}^3$  в группе II ( $p \leq 0,05$ ). На рис. 1 показаны соотношения средних объемов удаленных участков ткани в группах и соотношение туберкулемы и интактной ткани в этих объемах.



**Рис. 1.** Объемная доля туберкулемы в резектате легкого

**Fig. 1.** The volume fraction of tuberculoma in lung resectate

Общая структура осложнений в ближайшем послеоперационном периоде в группах I и II в соответствии с классификацией хирургических осложнений по Клавье – Диндо [7] представлена в таблице.

Как видно из таблицы, наиболее серьезные осложнения в виде кровотечений в раннем послеоперационном периоде отмечены у 5 больных, в 3 случаях потребовавшие реторакотомии, у 2 больных с осложнением «свернувшийся гемоторакс» также потребовалось хирургическое лечение (класс IIIВ по Диндо). Кровотечения во всех случаях произошли в зоне пневмолиза при спаечном процессе в плевральной полости. Повторное дренирование плевральной полости по поводу пневмоторакса и пункции плевры по поводу плеврального выпота потребовались в 2 случаях (IIIА). Синдром неустойчивого аэростаза зафиксирован у 2 пациентов, что потребовало использования клапанной бронхоблокации, которая была успешной (IIIА). В обоих случаях это осложнение было также обусловлено

травматичным пневмоллизом при спаечном процессе в плевральной полости. Остаточные полости имели место у 4 пациентов и были ликвидированы путем физиотерапевтических процедур и дыхательной гимнастики. Из таблицы видно, что статистически значимых различий в количестве и структуре послеоперационных осложнений между группами I и II не было,  $p > 0,05$ .

При гистологическом исследовании удаленного участка легкого морфологические признаки активности туберкулезного процесса выявлены у 84,5% пациентов группы I и у 87,9% – группы II. Всем пациентам после операции назначено продолжение химиотерапии с коррекцией в случаях получения дополнительных сведений по лекарственной устойчивости возбудителя при исследовании удаленных туберкулем.

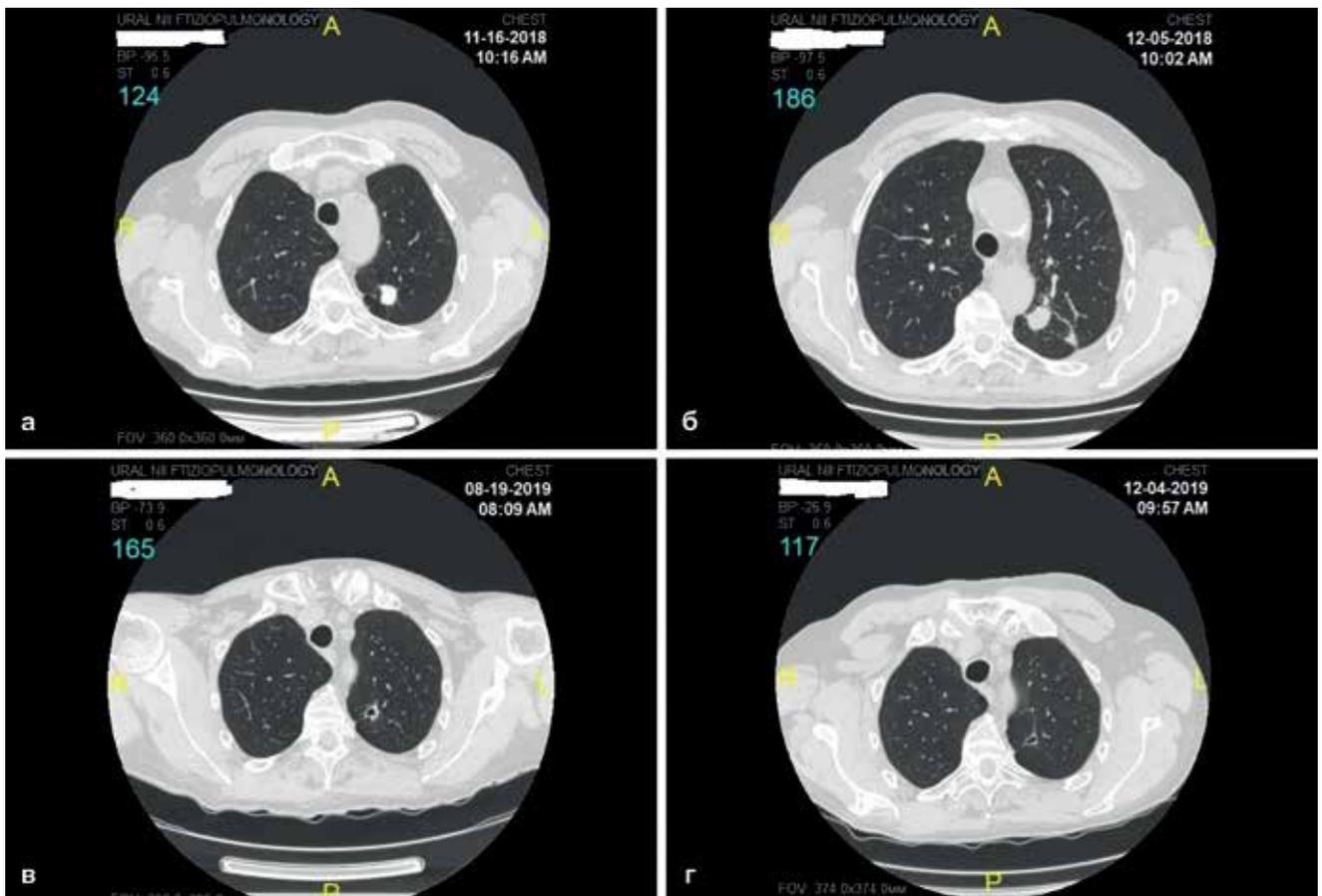
В отдаленном послеоперационном периоде (до снятия с диспансерного наблюдения) ранний рецидив (появление участков инфильтрации паренхимы легкого в зоне операции по данным рентгенографии легких) отмечен у 1 пациента группы I и у 1 пациента группы II, оба пациента самостоятельно прекратили лечение противотуберкулезными препаратами. Поздних рецидивов туберкулеза на июнь 2021 г. не выявлено, но к этому времени по одному пациенту в каждой из групп умерли от причин, не связанных с туберкулезом.

Рентгенологически изучен процесс заживления легкого после резекции туберкулемы с помощью лазера. На месте удаленной туберкулемы (рис. 2) сначала сформировался инфильтрат в результате термического повреждения ткани легкого высокотемпературным воздействием лазера. Наибольшая выраженность этих изменений отмечалась через 2 нед. после операции. Каких-либо клинических и лабораторных проявлений при этом не отмечено. Через 6 мес. после операции рентгенологически установлены рассасывание инфильтрации и частичное восстановление пневматизации в зоне резекции, через 12 мес. – полное восстановление пневматизации, формирование и уплотнение рубца. Через 24 мес. по данным компьютерной томографии органов грудной клетки, в 91,6% случаев в зоне пре-

**Таблица.** Послеоперационные осложнения в группах

**Table.** Post-operative complications in the groups

Осложнения	класс по Диндо	признак	Группа 1		Группа 2		ТДКФ <i>p</i>
			абс.	%	абс.	%	
I		остаточная плевральная полость	0		4	6,9	-
II		полисегментарная пневмония	2	3,4			-
IIIА		синдром неустойчивого аэростаза	1	1,7	1	1,7	> 0,05
IIIА		плевральный выпот	0		1	1,7	-
IIIА		пневмоторакс	1	1,7	0		-
IIIВ		свернувшийся гемоторакс и/или продолжающееся кровотечение	2	3,4	3	5,2	> 0,05
Всего			6	10,2	9	15,5	$p \chi^2 > 0,05$

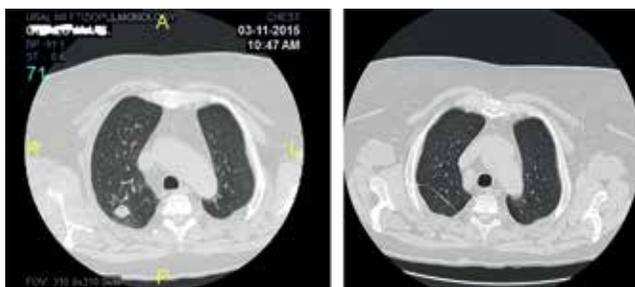


**Рис. 2.** Динамика рентгенологических изменений в зоне прецизионной резекции по данным МСКТ.

Сканы: а – накануне операции, б – через 2 нед. после операции, в – через 6 мес. после операции, г – через 12 мес. после операции

**Fig. 2.** Radiological changes in the area of precision resection according to MSCT data. Scans:

а – before surgery, б – 2 weeks after surgery, в – 6 months after surgery, г – 12 months after surgery



**Рис. 3.** Исход прецизионной резекции (МСКТ ОГК) – в зоне операции тонкий линейный рубец

**Fig. 3.** The outcome of precision resection (chest MSCT) – thin linear scar in the operation area

цизионного вмешательства сформировался тонкий линейный рубец (рис. 3). У 5 (8,6%) из 58 пациентов в зоне резекции определялись локальные буллезные изменения.

## Выводы

1. Непосредственные и отдаленные результаты лечения пациентов, у которых туберкулемы удалялись путем прецизионной резекции Nd:YAG-лазером с длиной волны 1 318 нм аналогичны таковым при традиционной атипичной резекции сшивающими аппаратами.

2. Статистически значимых отличий по интраоперационным параметрам, количеству и структуре послеоперационных осложнений между двумя методиками не выявлено.

3. Прецизионная резекция с помощью Nd:YAG-лазера с длиной волны 1 318 нм, не уступая по результатам атипичной резекции, имеет лучшие показатели по сохранению объема интактной ткани легкого. При этой методике возможно наиболее щадящее удаление множественных туберкулем, расположенных в разных долях легкого.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

**Conflict of Interests.** The authors state that they have no conflict of interests.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авербах М. М. Туберкулемы легкого. – М.: Медицина, 1969. – 336 с.
2. Аветисян А. О., Баласаниянц Г. С., Васильев И. В. и др. Клинические рекомендации по применению хирургических методов лечения туберкулеза легких // IV Международный конгресс «Актуальные направления современной кардиоторакальной хирургии» – г. Санкт-Петербург, 2014 г. – 23 с.
3. Головнева Е. С. Роль тучных клеток в процессе неоангиогенеза, стимулированного воздействием высокоинтенсивного лазерного излучения. // Лазерная медицина. – 2001. – Т. 5 Вып. 3. – С. 29-32.
4. Мотус И. Я., Скорняков С. Н., Голубев Д. Н. и др. Критерии выбора метода резекции легких при ограниченных формах туберкулеза легких // Актуальные проблемы хирургического лечения туберкулеза и сопутствующих заболеваний легких: материалы научно-практической конференции. – М., 2010. – С. 132-135.
5. Стрельцов В. П., Пасечников А. Д., Трусов А. А. Прецизионная резекция легкого с использованием неодимового АИГ-лазера // Пробл. туб. – 1992. – № 1-2. – С. 31-33.
6. Чекмазов И. А., Зыков А. С., Сидоров М. А. и др. Опыт использования неодимового лазера YAG LIMAX 120 в торакальной хирургии: режим доступа: <https://www.uromed-m.ru/front/images/resources/598/opyit-ispolzovaniya-limax-120.pdf>.
7. Clavien P.A., Barkun J., de Oliveira M.L. et al. The Clavien-Dindo classification of surgical complications: five-year experience // *Ann. Surg.* – 2009. – Vol. 250, № 2. – P. 187-196.
8. Fiorelli A., Accardo M., Carelli E. et al. Harmonic technology versus neodymium-doped yttrium aluminium garnet laser and electrocautery for lung metastasectomy: an experimental study // *Interact. CardioVasc. Thorac. Surg.* – 2016. – № 23. – P. 47-56. Doi:10.1093/icvts/ivw067.
9. Giller D. B. Treatment of pulmonary tuberculosis: past and present // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* – 2018. – Vol. 53, № 5. – P. 967-972.
10. Kirschbaum A., Braun S., Rexin P. et al. Comparison of local tissue damage: monopolar cutter versus Nd:YAG laser for lung parenchyma resection. An experimental study // *Interact CardioVasc. Thorac. Surg.* – 2014. – № 18. – P. 1-6. - Doi: 10.1093/icvts/ivt419.
11. Pereszlenyi A. Laser segmental resection for pulmonary tumors // *Adv. Canc. Res. Treatment.* – Vol. 2013, article ID 976740, 9 p. Doi: 10.5171/2013.976740.
12. Rexin P. Local Effects on lung parenchyma using a 600 µm bare fiber with the diode-pumped Nd:YAG Laser LIMAX-120 /Peter Rexin, Detlef Bartsch and Andreas Kirschbaum // *Appl. Sci.* – 2015. – № 5. – P. 1560-1569. doi:10.3390/app5041560.
13. Rolle A., Pereszlenyi A., Koch R. et al. 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.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Уральский НИИ фтизиопульмонологии – филиал  
ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский  
центр фтизиопульмонологии и инфекционных  
заболеваний» МЗ РФ,  
620039, г. Екатеринбург, ул. 22 Партсъезда, д. 50.

**Дьячков Илья Андреевич**

младший научный сотрудник научно-исследовательского  
клинического отдела.  
E-mail: [ilia.dya4koff@yandex.ru](mailto:ilia.dya4koff@yandex.ru)

**Мотус Игорь Яковлевич**

заведующий лабораторией инвазивных технологий  
в составе научно-исследовательского клинического отдела.  
E-mail: [igormotus@ya.ru](mailto:igormotus@ya.ru)

## REFERENCES

1. Averbakh M.M. *Tuberkulyomy lyogkogo*. [Pulmonary tuberculomas]. Moscow, Meditsina Publ., 1969, 336 p.
2. Avetisyan A.O., Balasanyants G.S., Vasiliev I.V. et al. *Guidelines on surgical treatment of pulmonary tuberculosis. IV Mezhdunarodny kongress Aktualnye napravleniya sovremennoy kardiotorakalnoy khirurgii*. [The IVth International Congress on Topical Directions of Contemporary Cardiac Thoracic Surgery]. St. Petersburg, 2014, 23 p. (In Russ.)
3. Golovneva E.S. The role of mast cells in the process of neoangiogenesis stimulated by high-intensity laser irradiation. *Lazernaya Meditsina*, 2001, vol. 5, iss. 3, pp. 29-32. (In Russ.)
4. Motus I.Ya., Skorniyakov S.N., Golubev D.N. et al. *Criteria for the choice of lung resection method in limited forms of pulmonary tuberculosis. Aktualnye problemy khirurgicheskogo lecheniya tuberkuleza i soputstvuyushhikh zabolevaniy legkikh: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Current problems of surgical treatment of tuberculosis and concurrent lung diseases. Abst. Book of Scientific and Practical Conference]. Moscow, 2010, pp. 132-135. (In Russ.)
5. Streltsov V.P. Pasechnikov A.D., Trusov A.A. Precision lung resection using a neodymium AIG laser. *Probl. Tub.*, 1992, no. 1-2, pp. 31-33. (In Russ.)
6. Chekmazov I.A., Zykov A.S., Sidorov M.A. et al. *Opyt ispolzovaniya neodimovogo lazera YAG LIMAX 120 v torakalnoy khirurgii*. [The experience of using Neodymium YAG LIMAX 120 laser in thoracic surgery]. Available: <https://www.uromed-m.ru/front/images/resources/598/opyit-ispolzovaniya-limax-120.pdf>.
7. Clavien P.A., Barkun J., de Oliveira M.L. et al. The Clavien-Dindo classification of surgical complications: five-year experience. *Ann. Surg.*, 2009, vol. 250, no. 2, pp. 187-196.
8. Fiorelli A., Accardo M., Carelli E. et al. Harmonic technology versus neodymium-doped yttrium aluminium garnet laser and electrocautery for lung metastasectomy: an experimental study. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.*, 2016, no. 23, pp. 47-56. doi:10.1093/icvts/ivw067.
9. Giller D.B. Treatment of pulmonary tuberculosis: past and present. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.*, 2018, vol. 53, no. 5, pp. 967-972.
10. Kirschbaum A., Braun S., Rexin P. et al. Comparison of local tissue damage: monopolar cutter versus Nd:YAG laser for lung parenchyma resection. An experimental study. *Interact CardioVasc. Thorac. Surg.*, 2014, no. 18, pp. 1-6. doi: 10.1093/icvts/ivt419.
11. Pereszlenyi A. Laser segmental resection for pulmonary tumors. *Adv. Canc. Res. Treatment*, vol. 2013, article ID 976740, 9 p. doi: 10.5171/2013.976740.
12. Rexin P. Local Effects on lung parenchyma using a 600 µm bare fiber with the diode-pumped Nd:YAG Laser LIMAX-120 /Peter Rexin, Detlef Bartsch and Andreas Kirschbaum. *Appl. Sci.*, 2015, no. 5, pp. 1560-1569. doi:10.3390/app5041560.
13. Rolle A., Pereszlenyi A., Koch R. et al. 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, no. 1, pp. 26-32. doi:10.1002/lsm.20259.

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Ural Research Institute of Phthisiopulmonology,  
Branch of National Medical Research Center of  
Phthisiopulmonology and Infectious Diseases,  
50, XXII Parts "ezda St.,  
Yekaterinburg, 620039.

**Илья А. Дьячков**

Junior Researcher  
of Research Clinical Department.  
Email: [ilia.dya4koff@yandex.ru](mailto:ilia.dya4koff@yandex.ru)

**Igor Ya. Motus**

Head of Invasive Technology Laboratory within Clinical  
Research Department.  
Email: [igormotus@ya.ru](mailto:igormotus@ya.ru)

**Баженов Александр Викторович**

старший научный сотрудник лаборатории инвазивных технологий в составе научно-исследовательского клинического отдела.

E-mail: ai0803@mail.ru

**Скорняков Сергей Николаевич**

заведующий научно-исследовательским клиническим отделом.

E-mail: sns@urniif.ru

**Бердников Роман Борисович**

врач-патологоанатом патологоанатомического отделения.

E-mail: rberdnikov@yandex.ru

**Aleksandr V. Bazhenov**

Senior Researcher of Invasive Technology Laboratory within Clinical Research Department.

Email: ai0803@mail.ru

**Sergey N. Skornyakov**

Head of Research Clinical Department,

Email: sns@urniif.ru

**Roman B. Berdnikov**

Morbid Anatomist of Autopsy Department.

Email: rberdnikov@yandex.ru

Поступила 12.08.2021

Submitted as of 12.08.2021