

ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ ПРИ R1-РЕЗЕКЦИЯХ ПО ПОВОДУ РАКА ЛЕГКОГО

А. Л. Акопов*, А. А. Русанов, Н. В. Казаков, Г. В. Папаян, И. В. Чистяков

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

Поступила в редакцию 16.10.18 г.; принята к печати 26.12.18 г.

ЦЕЛЬ. Оценить эффективность эндобронхиальной фотодинамической терапии (ФДТ) в профилактике рецидивов немелкоклеточного рака легкого (НМКРЛ) после R1-резекций при наличии положительного края резекции бронха (ПКРБ). **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ.** В исследование включены 17 пациентов. Плановое морфологическое исследование выявило наличие комплексов опухолевых клеток в слизистой по краю резекции бронха в 5 (29 %) наблюдениях (рак *in situ* – 2, инвазивный рак – 3), в перибронхиальных тканях – у 5 (29 %) больных, в лимфатических сосудах по краю резекции – у 7 (41 %) больных. **РЕЗУЛЬТАТЫ.** В качестве адьювантного лечения проводили 1 сеанс эндобронхиальной ФДТ. Осложнений ФДТ не отмечено. При наблюдении в течение 5 лет наличие рецидива в зоне культи бронха установлено у 1 (6 %) больного. 1 год прожили 16 (94 %) больных, 5 лет – 12 (71 %) пациентов. Достоверно хуже оказались отдаленные результаты у больных с наличием опухолевых комплексов в лимфатических сосудах по краю резекции бронха (5-летняя выживаемость – 29 %, $p=0,04$), с pN2 (0 %, $p=0,01$), аденокарциномой легкого (20 %, $p=0,03$). **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Применение эндобронхиальной ФДТ в качестве адьювантного лечения у больных НМКРЛ, перенесших R1-резекцию с ПКРБ, характеризуется простотой, безопасностью, хорошими непосредственными и отдаленными результатами.

Ключевые слова: немелкоклеточный рак легкого, фотодинамическая терапия, эндобронхиальная, R1-резекция, положительный край резекции бронха

Акопов А. Л., Русанов А. А., Казаков Н. В., Папаян Г. В., Чистяков И. В. Фотодинамическая терапия при R1-резекциях по поводу рака легкого. *Вестник хирургии имени И. И. Грекова*. 2019;178(1):21–24. DOI: 10.24884/0042-4625-2019-178-1-21-24.

* **Автор для связи:** Андрей Леонидович Акопов, ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ им. И. П. Павлова» МЗ РФ, 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8. E-mail: akopovand@mail.ru.

Photodynamic therapy for R1 lung cancer resections

Andrei L. Akopov*, Anatolii A. Rusanov, Nikita V. Kazakov, Garri V. Papaian, Ivan V. Chistiakov

Pavlov University, Russia, St. Petersburg

Received 16.10.18; accepted 26.12.18

The **OBJECTIVE** was to evaluate the effectiveness of endobronchial photodynamic therapy (PDT) for preventing a non-small cell lung cancer (NSCLC) relapse after R1 resection with positive bronchial resection margins. **MATERIAL AND METHODS.** This study included 17 patients. The planned morphological diagnostics revealed the presence of tumor cell complexes at the bronchial resection margins in 5 (29 %) patients (cancer *in situ* – 2, invasive cancer – 3), in peribronchial tissues – in 5 (29 %) patients, in lymphatic vessels at the resection margins – in 7 (41 %) patients. **RESULTS.** All patients underwent one session of endobronchial PDT as an adjuvant treatment. No complications of PDT were noted. The five-year observation revealed a relapse at the bronchial stump area in 1 patient only (6 %). 16 (94 %) patients lived for 1 year, 12 (71 %) patients – for 5 years. Long-term results were significantly worse in patients with tumor complexes in lymphatic vessels at the bronchial resection margins (5-year survival rate – 29 %, $p=0,04$), with pN2 (0 %, $p=0,01$), lung adenocarcinoma (20 %, $p=0,03$). **CONCLUSION.** The use of endobronchial PDT as an adjuvant treatment for patients with NSCLC after R1 resection with positive bronchial resection margins is simple, safe and characterized by good immediate and long-term results.

Keywords: non-small cell lung cancer, photodynamic therapy, endobronchial, R1 resection, positive bronchial resection margins

Akopov A. L., Rusanov A. A., Kazakov N. V., Papaian G. V., Chistiakov I. V. Photodynamic therapy for R1 lung cancer resections. *Vestnik khirurgii imeni I. I. Grekova*. 2019;178(1):21–24. (In Russ.). DOI: 10.24884/0042-4625-2019-178-1-21-24.

* **Corresponding author:** Andrei L. Akopov, Pavlov University, 6-8 L'va Tolstogo street, St. Petersburg, Russia, 197022. E-mail: akopovand@mail.ru.

Введение. Нерадикальные операции при немелкоклеточном раке легкого (НМКРЛ) наблюдаются примерно в 2–40 % хирургических вмешательств, причем частота таких резекций возрастает в зависимости от распространенности онкологического процесса на момент проведения операции [1–3]. Согласно современной классификации, степень радикализма резекционной операции определяется как R0 при полном удалении всей опухоли, R2 при за-

ведомой невозможности удаления всей опухолевой ткани и оставлении части опухоли в организме больного. Наиболее противоречивая ситуация имеет место в случаях, когда в процессе проведения операции макроскопически удалена вся опухолевая ткань, однако при плановом морфологическом исследовании удаленного препарата в крае резекции выявляются комплексы опухолевых клеток, или наиболее удаленный от первичной опухоли лимфатический узел содержит

метастазы. Такой вариант нерадикальности резекции легкого классифицируется как R1 и наиболее часто встречается при исследовании края резекции бронха (так называемый «положительный край резекции бронха», ПКРБ) [3–5]. Однозначных рекомендаций о послеоперационном лечении таких больных нет. Одни авторы [6, 7] предлагают проводить ререзекцию культи пораженного бронха, по мнению других [8, 9], оптимальным является проведение лучевой или химиолучевой терапии. Существует также мнение об отсутствии необходимости проводить какое-либо активное лечение и ограничиться наблюдением таких больных, так как не у всех пациентов после R1-резекций в будущем развивается клинический значимый рецидив [10, 11].

С 2008 г. в нашей клинике принят протокол лечения больных раком легкого после R1-резекций с ПКРБ с помощью эндобронхиальной фотодинамической терапии (ФДТ).

Цель исследования – оценить эффективность эндобронхиальной ФДТ в профилактике рецидивов НМКРЛ после R1-резекций при наличии ПКРБ.

Материал и методы. С 2008 по 2017 г. под нашим наблюдением находился 21 больной НМКРЛ после R1-резекций с ПКРБ. Отдаленные результаты лечения оказались доступны у 17 пациентов, которые и явились материалом настоящего исследования. 10 (59%) больных оперированы в нашей клинике, еще 7 (41%) – в других стационарах. Средний возраст пациентов составил 62 года (от 47 до 81), 12 (57%) мужчин и 5 (43%) женщин.

В качестве адьювантного лечения проводили только эндобронхиальную ФДТ. Непосредственно перед проведением первого сеанса ФДТ выполняли компьютерную томографию грудной клетки с контрастным усилением, ни в одном наблюдении данных за наличие опухолевой ткани в области резекции легкого не получено. Клинически значимых опухолевых очагов в плевральной полости или в других органах на момент начала адьювантного лечения также не определялось.

Для проведения ФДТ использовали фотосенсибилизаторы «Фотодитазин» или «Радахлорин» на основе водорастворимой формы хлорина-еб. Введение фотосенсибилизатора осуществляли в дозе около 1 мг на кг массы тела больного внутривенно капельно в течение 30 мин. Сеанс эндоскопического низкоинтенсивного лазерного облучения опухоли проводили по традиционной методике через 2–3 ч после начала инфузии сенсибилизатора [12, 13]. Бронховидеоскоп вводили в трахеобронхиальное дерево до достижения культи бронха, через рабочий канал бронхоскопа проводили кварцевое волокно с диффузором цилиндрического типа длиной 1,0 см, соединенное с источником лазерного излучения. Облучение осуществляли с помощью полупроводникового лазерного аппарата «Лакта-Милон», генерирующего излучение длиной волны (662±1) нм. Плотность мощности лазерного излучения составляла 260–380 мВт/см²; время, затраченное на выполнение процедуры, рассчитывали в зависимости от протяженности поражения при расчетных показателях плотности энергии 60–150 Дж/см² [14]. С целью повышения диагностической информативности бронхоскопии непосредственно перед сеансом ФДТ проводили флуоресцентную диагностику возможного накопления ФС в зоне облучения по разработанной авторами методике [12, 14]. Во всех наблюдениях проводили только один сеанс ФДТ.

Контрольную бронхоскопию проводили через 3 недели, а в последующем бронхоскопию и компьютерную томографию

грудной клетки выполняли через каждые 6 месяцев в течение первых 2 лет, затем – ежегодно.

Выживаемость оценивали по методу Kaplan – Meier. Сравнение выживаемости больных проводили с помощью Log-rank-test.

Результаты. Гистологическими вариантами рака легкого были плоскоклеточный рак – у 10 (59%) пациентов, аденокарцинома – у 5 (29%), атипичный карциноид – у 2 (12%).

Стадия рака легкого: I стадия – 3 (18%) больных, II стадия – 6 (35%) больных, III стадия – 8 (47%) больных. Степень поражения регионарных лимфатических узлов клинически оценена как N0 у 6 (35%) больных, N1 – у 4 (24%) больных, N2 – у 7 (41%) больных.

У 6 (35%) пациентов из 17 в предоперационном периоде проводили химиотерапию, в результате которой достигнута частичная или полная ремиссия опухоли. Хирургическое вмешательство в этих наблюдениях выполняли в меньшем объеме, чем того требовала исходная распространенность опухоли. Так, у 4 (24%) пациентов исходно, по результатам бронхоскопии, имело место распространение опухоли на нижние отделы трахеи, в результате неоадьювантного лечения опухолевые изменения в трахее не определялись, проведена левосторонняя (3) и правосторонняя (1) пневмонэктомия. Еще у 2 (12%) больных с исходным поражением главного бронха и частичной ремиссией после неоадьювантного лечения проведена бронхопластическая лобэктомия, так как функциональная возможность удаления всего легкого была сомнительной. У этих 6 больных резекция бронха осуществлена в зоне, исходно пораженной опухолью, до проведения неоадьювантной терапии.

Интраоперационное срочное гистологическое исследование проведено в 4 (24%) наблюдениях из 17, опухолевые клетки в крае резекции бронха не обнаружены.

Плановое морфологическое исследование выявило наличие комплексов опухолевых клеток в слизистой по краю резекции бронха в 5 (29%) наблюдениях (рак *in situ* – 2, инвазивный рак – 3), в перибронхиальных тканях – 5 (29%) больных, в лимфатических сосудах по краю резекции – 7 (41%) больных. По результатам патоморфологического исследования удаленного препарата, степень поражения регионарных лимфатических узлов расценена как N0 у 11 (65%) больных, как N1 – 2 (12%) больных, как N2 – 4 (23%) больных. Наличие комплексов опухолевых клеток в лимфатических сосудах по краю резекции бронха имело место только у больных со степенью pN1-2 лимфогенного распространения опухоли.

Интервал от момента проведения операции до начала адьювантного лечения составлял от 9 до 30 суток (в среднем 21 сутки). ФДТ подвергались культи главных бронхов в 7 (41%) наблюдениях, долевого бронхов в 9 (53%) наблюдениях, зона трахеобронхиального анастомоза в 1 (6%) наблюдении. Продолжительность сеанса ФДТ в большинстве наблюдений не превышала 15 мин.

При проведении бронхоскопии макроскопических опухолевых изменений в области культи бронха не выявлено, ни у одного больного не отмечено наличия участков хлориновой флуоресценции в области культи бронха. Каких-либо осложнений со стороны культи бронха после ФДТ не отмечено.

При осмотре больных в отдаленные сроки после операции наличие рецидива в зоне культи бронха установлено у 1 (6 %) больного – через 2 года после пневмонэктомии справа. У него же выявлен одиночный отдаленный метастаз. Проводили эндобронхиальную ФДТ и химиотерапию, пациент жив в течение 6 лет после операции. Еще у 3 (18 %) больных отмечено развитие локального рецидива (в легком – у 1, в лимфатических узлах – у 2), у 4 (24 %) – отдаленных метастазов. Развитие новой злокачественной опухоли имело место у 2 больных (рак пищевода – у 1, рак контрлатерального легкого – у 1). Общая частота развития рецидивов – 47 %. 1 год прожили 16 (94 %) больных, 5 лет – 12 (71 %) пациентов. 5-летняя выживаемость больных, получавших неоадьювантную химиотерапию, составила 75 %.

При анализе выживаемости в зависимости от характера поражения края резекции бронха и других патоморфологических данных существенно хуже оказались отдаленные результаты у больных с наличием опухолевых комплексов в лимфатических сосудах по краю резекции бронха. 5-летняя выживаемость таких больных после операции составила 29 %, а больных с ПКРБ без комплексов опухолевых клеток в лимфатических сосудах – 90 % ($p=0,04$). 5 лет не прожил ни один больной с pN2, в то время как среди больных pN0-1 5-летняя выживаемость составила 77 % ($p=0,01$). Из 5 пациентов аденокарциномой легкого 5 лет прожил лишь 1 (20 %), в то время как 5-летняя выживаемость больных плоскоклеточным раком составила 90 % ($p=0,03$).

Обсуждение. Частота всех R1-резекций с ПКРБ при НМКРЛ составляет 1,2–17 % [1]. Согласно существующим классификациям, выделяют несколько вариантов микроскопически нерадикальных резекций легкого – наличие комплексов опухолевых клеток в крае резекции бронха, в легочной паренхиме, в кровеносных сосудах, в окружающих легкое структурах и органах, в лимфатических узлах. Нет сомнений, что отдаленные результаты после R1-резекций хуже, чем после радикального удаления опухоли, при этом при ПКРБ выживаемость несколько лучше, чем при других вариантах R1 [1–4, 6, 10].

Некоторые исследователи связывают более низкую выживаемость при наличии ПКРБ не с самой нерадикальностью операции, а с большей стадией опухолевого поражения на момент хирургического вмешательства у таких больных [3]. В то же время, по данным ряда исследований, ПКРБ встречается и у больных с I стадией НМКРЛ [4].

Полностью избежать ПКРБ и наличия клинически значимых рецидивов в культе бронха не пред-

ставляется возможным. Можно считать доказанным, что чем ближе край резекции к опухоли, тем выше частота нерадикальных резекций и локальных рецидивов [5]. Но даже и достаточное расстояние от опухоли не дает гарантий от рецидива в культе [7, 15, 16].

Более того, от считавшегося необходимым срочного гистологического исследования края резекции бронха как способа профилактики нерадикальных резекций при раке легкого многие хирурги отказываются в связи с недостаточно высокой информативностью такого исследования. Так, из 11 больных с ПКРБ не выявлено ПКРД при срочном исследовании у 9 (82 %) [17]. По мнению R. M. Owen et al. [18], практическая значимость срочного исследования низка, так как результат такого исследования очень редко влияет на объем операции.

Стандартов лечения больных после R1-резекций легких на сегодняшний день не существует. Некоторые авторы рекомендуют проведение химиолучевой терапии [8, 9], хотя сами же пишут о большом числе осложнений после лучевой терапии, в том числе и летальных [9]. Другие – повторную операцию с рerezекцией культи, если это технически и функционально возможно [4, 6, 7, 9, 16], что имеет место далеко не всегда.

По данным G. Massard et al. [10], из 40 больных, перенесших R1-резекцию с ПКРБ, рецидив развился в 60 % наблюдений (24 больных), а только локальный рецидив – у 4 (10 %) больных. Основным методом адьювантной терапии была лучевая терапия, которая сама по себе вызвала летальные осложнения у 6 больных.

Частота локальных рецидивов в культе существенно возрастает при перибронхиальном поражении. В исследовании E. Vallières et al. [11] частота рака *in situ* в ПКРБ составила 2,4 %, выживаемость при этом мало зависела от наличия такого очага, но была существенно хуже при перибронхиальном поражении культи бронха или поражении лимфатических сосудов [11]. Поэтому некоторые авторы при наличии рака *in situ* в крае резекции бронха предлагают простое наблюдение без проведения адьювантного лечения [10]. В нашем материале большинство больных характеризовались местно-распространенным НМКРЛ, рак *in situ* имел место только в 2 (12 %) наблюдениях из 17, прогноз у остальных 15 пациентов был существенно хуже, что определяло необходимость проведения адьювантного лечения.

Эндобронхиальную ФДТ в качестве неоадьювантного лечения после R1-резекции предлагают несколько исследовательских коллективов [13, 19, 20]. В частности, ФДТ при ПКРБ (только рак *in situ*) проведена 18 больным I стадией НМКРЛ, локальный контроль достигнут в отдаленные сроки в 91 % наблюдений [21]. В нашем исследовании у 6 больных с ПКРБ бронх пересекался в зоне, исходно вовлеченной в опухоль, до проведения предоперационной химиотерапии. Вероятно, системное

лечение, позволяющее в ряде наблюдений уменьшить степень лимфогенного распространения опухоли, недостаточно само по себе для полной элиминации опухолевых клеток из бронхиальной стенки. А внедрение в клиническую практику фотосенсибилизаторов второго поколения позволяет рассчитывать на повышение эффективности лечения больных с ПКРБ, так как длина волны лазерного излучения, соответствующая спектру поглощения хлорина-еб, отличается относительно высокой проникающей способностью в ткани (до 10–15 мм).

Выводы. 1. У больных НМКРЛ после R1-резекции наличие комплексов опухолевых клеток в лимфатических сосудах по краю резекции бронха характеризуется существенно худшим прогнозом по сравнению с другими вариантами ПКРБ.

2. Применение эндобронхиальной ФДТ в качестве адъювантного лечения у больных НМКРЛ, перенесших R1-резекцию с ПКРБ, характеризуется простотой, безопасностью, хорошими непосредственными и отдаленными результатами и может быть рекомендовано для лечения таких пациентов.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики / Compliance with ethical principles

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов. / The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Residual disease at the bronchial stump after curative resection for lung cancer / J. Wind, E. J. Smit, S. Senan, J. P. Eerenberg // Eur. J. Cardiothorac. Surg. 2007. № 32. P. 29–34.
- Riquet M., Achour K., Foucault C. et al. Microscopic residual disease after resection for lung cancer : a multifaceted but poor factor of prognosis // Ann. Thorac. Surg. 2010. Vol. 89, № 3. P. 870–875.
- Geun Dong, Lee Dong, Kwan Kim et al. Seung-II Park Significance of R1-resection at the bronchial margin after surgery for non-small-cell lung cancer // Eur. J. of Cardio-Thoracic Surgery. 2017. Vol. 51, Is. 1. P. 176–181.
- Snijder R. J., Brutel de la Riviere A., Elbers H. J. J. et al. Survival in resected stage I lung cancer with residual tumor at the bronchial resection margin // Ann. Thorac. Surg. 1998. № 65. P. 212–216.
- Mehmet Zeki Gunluoglu, Celalettin Ibrahim Kocaturk, Adalet Demir et al. Bronchial Stump Recurrence after Complete Resection of Lung Cancer :

Effect of the Distance between the Tumor and Bronchial Resection Margin // Thorac. Cardiovasc. Surg. 2018. Vol. 66, № 2. P. 156–163.

- Ghiribelli C., Voltolini L., Paladini P. et al. Treatment and survival after lung resection for non-small cell lung cancer in patients with microscopic residual disease at the bronchial stump // Eur. J. Cardiothorac. Surg. 1999. № 16. P. 555–559.
- Griess D. F., McDonald J. R., Clagett O. T. The proximal extension of carcinoma of the lung in the bronchial wall // J. Thorac. Surg. 1945. № 14. P. 362–368.
- Meixiang Zhou, Tao Li, Yongmei Liu et al. Concurrent paclitaxel-based chemo-radiotherapy for post-surgical microscopic residual tumor at the bronchial margin (R₁resection) in non-small-cell lung cancer // BMC Cancer. 2015. № 15. P. 36.
- Patterns of failure after postoperative radiotherapy for incompletely resected (R1) non-small cell lung cancer : Implications for radiation target volume design / M. Olszyna-Serementa, J. Socha, M. Wierzchowski, L. Kepka // Lung. Cancer. 2013. № 80. P. 179–184.
- Massard G., Doddoli C., Gasser B. et al. Prognostic implications of a positive bronchial resection margin // Eur. J. Cardiothorac. Surg. 2000. № 17. P. 557–565.
- Eric Vallières M. D., Paul Van Houtte M. D. et al. Carcinoma In Situ at the Bronchial Resection Margin // Journ. of Thoracic Oncology. 2011. P. 1617–1623.
- Akopov A. L., Rusanov A. A., Papayan G. V. et al. Endobronchial photodynamic therapy under fluorescence control : potodynamic theranostics // Photodiagnosis and Photodynamic Therapy. 2017. Vol. 19. P. 73–77.
- Акопов А. Л., Чистяков И. В., Русанов А. А. и др. Уменьшение объема резекции у больных немелкоклеточным раком легкого после неоадъювантной химио- и фотодинамической терапии // Вестн. хир. 2017. Т. 176, № 5. С. 38–42. [Акопов А. Л., Чистяков И. В., Русанов А. А., Уртенова М. А., Дворецкий С. Я., Казakov Н. В., Герасин А. В., Горбунков С. Д., Агисhev А. С., Илын А. А., Романihin А. И. Reduction of resection volume in patients with non-small cell lung cancer after neoadjuvant chemo- and photodynamic therapy. *Vestnik khirurgii*. 2017. Vol. 176, № 5, pp. 38–42. (In Russ.)].
- Акопов А. Л., Русанов А. А., Папаян Г. В. и др. Эндобронхиальная фотодинамическая терапия под флуоресцентным контролем : фотодинамическая тераностика // Вестн. хир. 2016. Т. 175, № 5. С. 26–31. [Акопов А. Л., Русанов А. А., Папаян Г. В., Казakov Н. В., Герасин А. В. Endobronchial photodynamic therapy under fluorescence control: potodynamic theranostics. *Vestnik khirurgii*. 2016. Vol. 175, № 5, pp. 26–31. (In Russ.)].
- Dohun Kim, Hong Kwan Kim, Yong Soo Choi et al. Central Lung Cancer Management : Impact of Bronchial Resection Margin Length // Thorac. Cardiovasc. Surg. 2015. Vol. 63, № 7. P. 583–588.
- Cotton R. E. The bronchial spread of lung cancer // Br. J. Dis. Chest. 1959. № 53. P. 142–150.
- Pasic A., Grunberg K., Mooi W. J. et al. The natural history of carcinoma in situ involving bronchial resection margins // Chest. 2005. № 128. P. 1736–1741.
- Owen R. M., Force S. D., Gal A. A. et al. Routine intraoperative frozen section analysis of bronchial margins is of limited utility in lung cancer resection // Ann. Thorac. Surg. 2013. Vol. 95, № 6. P. 1859–1865.
- Van Boxem A. J., Westerga J., Venmans B. J. et al. Photodynamic therapy, Nd-YAG laser and electrocautery for treating early-stage intraluminal cancer : which to choose? // Lung Cancer. 2001. № 31. P. 31–36.
- Photodynamic therapy (PDT) for lung cancer / R. Allison, K. Moghissi, G. Downie, K. Dixon // Photodiagnosis Photodyn Ther. 2011. № 8 (3). P. 231–239.
- Mehta H. J., Biswas A., Fernandez-Bussy S. et al. Photodynamic Therapy for Bronchial Microscopic Residual Disease After Resection in Lung Cancer // Journal of Bronchology & Interventional Pulmonology

Сведения об авторах:

Акопов Андрей Леонидович (e-mail: akopovand@mail.ru), д-р мед. наук, профессор, руководитель отдела торакальной хирургии НИИ хирургии и неотложной медицины; Русанов Анатолий Александрович (e-mail: sbrusmed@mail.ru), д-р мед. наук, врач-эндоскопист НИИ хирургии и неотложной медицины; Казаков Никита Владимирович (e-mail: nikita26rus@mail.ru), врач-эндоскопист НИИ хирургии и неотложной медицины; Папаян Гарри Вазгенович (e-mail: rgaray@mail.ru), канд. техн. наук, старший научный сотрудник; Чистяков Иван Владимирович (e-mail: iofann@yandex.ru), канд. мед. наук, врач-хирург отделения торакальной онкологии НИИ хирургии и неотложной медицины; Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8.