

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

<https://doi.org/10.52581/1814-1471/81/16>
УДК 616.24-006.03-072.1:616.233

СОВРЕМЕННЫЕ ЭНДОБРОНХИАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИАГНОСТИКЕ ОКРУГЛЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЛЕГКИХ

И.В. Васильев¹✉, Г.С. Беляев¹, А.Б. Весельский¹, П.В. Гаврилов^{1,2},
Е.Г. Соколович^{1,2}, П.К. Яблонский^{1,2}

¹ Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии Минздрава России,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

² Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация

Округлые образования – одна из наиболее частых форм поражения легких, которые выявляются при скрининговой компьютерной томографии. Верификация этих образований является ключевой задачей для ранней диагностики рака легких. В обзорной статье рассмотрены современные эндобронхиальные методы, используемые для верификации образований легких.

Для поиска литературы по теме исследования использовалась система PubMed Национальной медицинской библиотеки США. В качестве ключевых слов для поиска необходимой информации и источников использовалось сочетание слов: bronchoscopy and pulmonary nodule.

Несмотря на все разрабатываемые технологии, призванные увеличить информативность бронхоскопических методик в диагностике периферических округлых образований легкого, их диагностическая значимость находится в пределах 70–80%. Однако стандартные бронхоскопические технологии, которые применяются со второй половины XX в., позволяют достигать чувствительность в 63%.

Ключевые слова: бронхоскопия, навигация, эндоскопия, периферические образования легких.

Конфликт интересов: авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Васильев И.В., Беляев Г.С., Весельский А.Б., Гаврилов П.В., Соколович Е.Г., Яблонский П.К. Современные эндобронхиальные технологии в диагностике округлых образований легких // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2022. Т. 25, № 2. С. 142–147. doi 10.52581/1814-1471/81/16

LITERATURE REVIEW

MODERN ENDOBRONCHIAL TECHNOLOGIES IN THE DIAGNOSIS OF PERIPHERAL PULMONARY NODULES

I.V. Vasiliev¹, G.S. Belyaev¹, A.B. Veselsky¹, P.V. Gavrilov^{1,2},
E.G. Sokolovich^{1,2}, P.K. Yablonsky^{1,2}

¹ St. Petersburg Research Institute of Phthisiopulmonology,
St. Petersburg, Russian Federation

² St. Petersburg State University,
St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

Peripheral pulmonary nodules are one of the most common forms of lung lesions that are detected on screening computed tomography. Verification of these lesions is a key task for the early diagnosis of lung cancer. The review paper discusses modern endobronchial methods used to verify lung nodules.

The PubMed system of the US National Library of Medicine was used as a search for available literature. A combination of the words: bronchoscopy and pulmonary nodule was used as keywords to search for the necessary information and sources.

Despite all the technologies being developed, designed to increase the information content of bronchoscopic techniques in the diagnosis of peripheral pulmonary nodules, their diagnostic significance extends within 70–80%. However, standard bronchoscopic technologies, which have been used since the second half of the 20th century, allow a sensitivity of 63% to be achieved.

Keywords: *bronchoscopy, navigation, endoscopy, peripheral pulmonary nodules.*

Conflict of interest: the authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this paper.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Vasiliev I.V., Belyaev G.S., Veselsky A.B., Gavrilov P.V., Sokolovich E.G., Yablonsky P.K. Modern endobronchial technologies in the diagnosis of peripheral pulmonary nodules. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2022;25(2):142–147. doi 10.52581/1814-1471/81/16

ВВЕДЕНИЕ

Рак легкого занимает первое место в мире среди причин смерти и второе по распространенности среди онкологических заболеваний [1]. Выявление небольшого округлого образования в периферических отделах легких является одной из форм ранней диагностики этого заболевания. В настоящий момент существуют три принципиальных способа взятия биопсии при выявлении периферических масс в легком: хирургический, трансторакальная биопсия под контролем рентгеновских методов и бронхоскопические методики. Выбор метода биопсии, как правило, определяется возможностями и предпочтениями клиники, в которой обследуют пациента. В то же время, арсенал способов ранней верификации с минимальной инвазией за последние годы значительно вырос.

Цель: знакомство с новейшими эндобронхиальными технологиями, которые применяются для биопсии легочной ткани при округлых образованиях в легких.

Для поиска литературы по изучаемой теме использовалась система PubMed Национальной медицинской библиотеки США. В качестве ключевых слов для поиска необходимой информации и источников использовалось сочетание слов: *bronchoscopy and pulmonary nodule*.

Поиск интересующего материала проводили с учетом следующих ограничительных рамок: отбирались только оригинальные статьи на английском языке, глубина поиска составляла 10 лет. За изучаемый период лидируют 6 вариантов эндобронхиальных технологий: 1) радиальная ультразвуковая бронхоскопия; 2) использование ультратонких бронхоскопов; 3) применение системы виртуальной бронхоскопии для предварительной навигации; 4) электромагнитная навигационная бронхоскопия; 5) флюороскопическая и конус-КТ навигация; 6) роботическая бронхоскопия.

РАДИАЛЬНАЯ УЛЬТРАЗВУКОВАЯ БРОНХОСКОПИЯ

Методика радиальной ультразвуковой бронхоскопии предполагает использование тонкого гибкого катетера с вращающимся ультразвуковым датчиком, который создает 360-градусное («радиальное») изображение. Это позволяет в режиме реального времени проводить локализацию округлых образований в легких, которые не доступны прямой видимости, в бронхоскоп [2]. Выполненный в 2011 г. мета-анализ с участием 1 420 пациентов показал совокупную диагностическую чувствительность 73%. При этом частота осложнений, развившихся у пациентов после вмешательства не превышала таковую в группе, где не применялась ультразвуковая навигация [3].

Более поздняя публикация, описывающая пятилетний опыт одного центра показала диагностическую значимость метода в 69%, при этом она значимо зависела от размера образования: менее 3,0 см – 77%; более 3,0 см – 87% [4].

Данные опубликованного в 2019 г. мета-анализа свидетельствуют о том, что чувствительность метода очень сильно варьируется в разных публикациях и в среднем может достигать 72% [5].

В то же время, рассматриваемый метод является относительно безопасным, так как средняя частота пневмоторакса, как наиболее частого осложнения манипуляции, не превышает 1%, при этом в половине случаев не требуется дренирования плевральной полости [3–5].

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАТОНКИХ БРОНХОСКОПОВ

Использование возможностей бронхоскопии для диагностики периферических образований ограничено техническими характеристиками оборудования, прежде всего диаметром

стандартного бронхоскопа, по причине чего невозможно достичь при исследовании дистальных субсегментарных бронхов. Кроме того, это создает существенные ограничения для манипуляций. Поэтому одним из способов повышения маневренности и, следовательно, расширения возможностей для диагностики периферических образований, является уменьшение диаметра бронхоскопа [6].

Как правило, ультратонкие бронхоскопы используются в сочетании с различными методами навигации. Исследований, в которых проводилось сравнение использования только ультратонких и обычных бронхоскопов, найти не удалось. В целом же диагностическая значимость при применении ультратонкого бронхоскопа с другими способами взятия биопсии по мере развития технологий увеличивается и составляет 75–82% [7–9]. При этом, как отмечают Т. Sumi и соавт., увеличивается и продолжительность выполнения биопсии, что обусловлено сложностью в навигации, однако на частоту возникновения осложнений это не влияет [9].

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ВИРТУАЛЬНОЙ БРОНХОСКОПИИ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ

Виртуальная бронхоскопия – постпроцессинговая обработка КТ-изображений в режиме 3D-реконструкции зоны эндобронхиального вмешательства, которая позволяет врачу визуализировать анатомию трахеобронхиального дерева и выбрать оптимальный путь к цели биопсии. Выполнив моделирование, врач выбирает целевой бронх, по которому необходимо провести бронхоскоп, затем, используя эти ориентиры, осуществляет бронхоскопию. По данным рандомизированного контролируемого исследования, в котором сравнивали бронхоскопию с использованием виртуальной бронхоскопии и без такого в диагностике периферических образований размерами менее 3 см, не было выявлено достоверной разницы в общей диагностической значимости (67,1 и 59,9% соответственно). Однако наблюдалась существенная разница в информативности в тех случаях, когда образование не выявлялось при флюороскопическом контроле (81,3 и 53,2%, соответственно) [10]. Одна из последних публикаций, посвященная сравнению результатов трансbronхиальной биопсии с использованием виртуальной бронхоскопии и без таковой также не показала достоверного улучшения диагностической значимости (72 и 82%, соответственно) [11]. С учетом того, что данная методика является неинвазивной и не подразумевает влияния на сам бронхо-

скопический метод, это также не сказывается на осложнениях.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ НАВИГАЦИОННАЯ БРОНХОСКОПИЯ

Следующим этапом развития технологии моделирование явилось совмещение бронхоскопии и электромагнитной технологии навигации, предназначенной для локализации и направления эндоскопических инструментов или катетеров через бронхи. Одним из существенных отличий данной методики от описанной выше, является наличие специального инструмента, на дистальном конце которого расположен электромагнитный датчик, отслеживающийся в режиме реального времени на компьютерной модели легких пациента [12].

В самом большом на данный момент многоцентровом исследовании NAVIGATE участвовало 1215 пациентов с периферически округлыми образованиями легких. Средний размер образования составил 20 мм, у 94% в биоптате была получена легочная ткань. Чувствительность, специфичность, положительная и отрицательная прогностическая ценность электромагнитной навигационной бронхоскопии для диагностики злокачественных новообразований составила 69, 100, 100 и 56% соответственно [13].

Последний мета-анализ, опубликованный в 2020 г. и включающий 40 исследований, показал совокупную чувствительность метода 77%. Риск пневмоторакса составил 2% [14].

ФЛЮОРОСКОПИЧЕСКАЯ И КОНУС-КТ НАВИГАЦИЯ

Флюороскопическая навигация, также известная, как цифровой томосинтез, помогает идентифицировать периферический очаг в легких в режиме реального времени и может быть использована для определения расстояния от инструмента до цели биопсии. Трехмерное изображение, воссозданное во время этой процедуры, состоит из серии изображений, полученных при повороте С-дуги на указанное количество градусов вокруг пациента [15]. В 2010 г. было проведено исследование с участием 228 пациентов. В результате точность использования флюороскопической навигации по сравнению с рентгенографией составила 90 и 43%, соответственно [16]. Эта технология также может применяться совместно с другими, перечисленными выше. Так, при использовании этой методики в дополнение к электромагнитной навигации удалось повысить информативность до 79% по сравнению с 2D-рентгеноскопией (54%) Частота пневмоторакса составила 1,5% и не зависела от способа навигации

[17]. Сходные данные получены в результате исследования, опубликованного в 2021 г. Диагностическая значимость составила 77,4%, частота возникновения пневмотораксов – 2,5% [18].

Другой разновидностью рентгенологической навигации в режиме реального времени является использование конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ). По сути, пациенту проводится непрерывное КТ-исследование, однако при этом компактность системы КЛКТ, в отличие от традиционных компьютерных томографов, не ограничивает возможности для манипуляции врачу, находящемуся во время исследования непосредственно около пациента. Важно отметить, что уровень лучевой нагрузки при использовании КЛКТ в целях навигации аналогичны значениям низкодозовой КТ грудной клетки, используемой для скрининга рака легкого [19]. В ретроспективном исследовании с использованием бронхоскопической электромагнитной биопсии под контролем КЛКТ, включившем 93 пациента, диагностическая значимость комбинированной технологии составила 83%. Частота пневмоторакса достигала 4% [20]. В другом исследовании сочетание КЛКТ, электромагнитной навигации и радиального ультразвука не привело к повышению информативности биопсии, которая составила 77,2% [21].

В исследовании 2021 г. отмечались значительные различия в диагностической значимости при применении данной методики по мере накопления опыта, от 72 до 90%. [22].

РОБОТИЧЕСКАЯ БРОНХОСКОПИЯ

Одной из самых многообещающих технологий, которая в последнее время была внедрена в интервенционную пульмонологию, является робот-ассистированная бронхоскопия.

Недавнее многоцентровое исследование, посвященное использованию одной из доступных систем в диагностике периферических образо-

ваний легкого в комбинации с использованием радиального ультразвука, позволило добиться «попадания в цель» в 96,2% с приемлемой частотой пневмоторакса 3,7%. Однако целью этой работы не являлось изучение диагностической значимости процедуры [23]. Применение другой системы позволило добиться чувствительности, равной 88%. [24]. В связи с небольшим накопленным опытом, до настоящего времени нет ни одного опубликованного мета-анализа, посвященного вкладу технологии в диагностику периферических образований легкого.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на все разрабатываемые технологии, призванные увеличить информативность бронхоскопических методик в диагностике периферических округлых образований легкого, их диагностическая значимость находится в пределах 70-80%. Однако стандартные бронхоскопические технологии, применяемые со второй половины XX в., позволяют достигать чувствительность в 63% [25]. В то же время, как и в случае использования рассматриваемых технологий, так и при стандартных подходах, информативность находится в прямой зависимости от размера образования, наличия бронха, который подходит к диагностической цели биопсии.

С учетом высокой стоимости любой новой технологии, необходимо большее количество исследований, направленных на уточнение показаний и противопоказаний к использованию того или иного подхода к диагностике периферических образований легкого. Безусловно, основными критериями, влияющими на выбор технологии верификации для пациента должны являться диагностическая значимость и безопасность метода. При этом существенным аспектом выбора в настоящее время является его экономическая целесообразность.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. CDC. NPCR and SEER—U.S. Cancer Statistics: Public Use Database. URL: www.cdc.gov/uscs (accessed: 2021).
2. Izumo T., Sasada S., Chavez C., Matsumoto Y., Tsuchida T. Radial endobronchial ultrasound images for ground-glass opacity pulmonary lesions. *Eur. Respir. J.* 2015;45:1661-1668.
3. Steinfort D.P., Khor Y.H., Manser R.L., Irving L.B. Radial probe endobronchial ultrasound for the diagnosis of peripheral lung cancer: systematic review and meta-analysis. *Eur. Respir. J.* 2010;37:902-910.
4. Chen A., Chenna P., Loissele A., Massoni J., Mayse M., Misselhorn D. Radial probe endobronchial ultrasound for peripheral pulmonary lesions: A 5-year institutional experience. *Ann. Am. Thorac. Soc.* 2014;11:578-582.
5. Sainz Zuñiga P.V., Vakili E., Molina S., Bassett R.L. Jr., Ost D.E. Sensitivity of Radial Endobronchial Ultrasound Guided Bronchoscopy for Lung Cancer in Patients with Peripheral Pulmonary Lesions: An Updated Meta-Analysis, CHEST (2019), doi: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2019.10.042>
6. Ishiwata T., Gregor A., Inage T., Yasufuku K. Bronchoscopic navigation and tissue diagnosis. *Gen. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2019;68:672-678.
7. Oki M., Saka H., Kitagawa C., Kogure Y., Mori K., Kajikawa S. Endobronchial Ultrasound-Guided Transbronchial Biopsy Using Novel Thin Bronchoscope for Diagnosis of Peripheral Pulmonary Lesions. *J. Thorac. Oncol.* 2009;4:1274-1277.

8. Oki M.; Saka H., Ando M., Asano F., Kurimoto N., Morita K., Kitagawa C., Kogure Y., Miyazawa T. Ultrathin bronchoscopy with multimodal devices for peripheral pulmonary lesions: A random-ized trial. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2015;192:468-476.
9. Sumi T et al. *Comparison of ultrathin bronchoscopy with conventional bronchoscopy for the diagnosis of peripheral lung lesions without virtual bronchial navigation*, *Respiratory Investigation*. <https://doi.org/10.1016/j.resinv.2020.03.001>
10. Asano, F.; Shinagawa, N.; Ishida, T.; Shindoh, J.; Anzai, M.; Tsuzuku, A.; Oizumi, S.; Morita, S. Virtual Bronchoscopic Navigation Combined with Ultrathin Bronchoscopy. *A Randomized Clinical Trial. Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2013;188:327-333.
11. Bae S., Lim S., Ahn J.J., Jegal Y., Seo K.W., Ra S.W., Kang B.J., Kim J.H., Park S.E., Han I., Kang H., An M., Ock M., Park E.J., Kwon W.J., Lee T. Diagnosing peripheral lung lesions using endobronchial ultrasonography with guide sheath: a prospective registry study to assess the effect of virtual bronchoscopic navigation using a computed tomography workstation. *Medicine*. 2020;99:17(e19870).
12. Mahajan A.K., Patel S., Hogarth D.K., Wightman R. Electromagnetic navigational bronchoscopy: An effective and safe approach to diagnose peripheral lung lesions unreachable by conventional bronchoscopy in high-risk patients. *J. Bronchol. Interv. Pulmonol.* 2011;18:133-137.
13. Folch E.E., Pritchett M.A., Nead M.A., Bowling M.R., Murgu S.D., Krinsky W.S. Murillo B.A., LeMense G.P., Minnich D.J., Bansal S. et al. Electromagnetic Navigation Bronchoscopy for Peripheral Pulmonary Lesions: One-Year Results of the Prospective, Multicenter NAVIGATE Study. *J. Thorac. Oncol.* 2018;14:445-458.
14. Folch E.E., Labarca G., Ospina-Delgado D., Kheir F., Majid A., Khandhar S.J., Mehta H.J., Jantz M.A., Fernandez-Bussy S. *Sensitivity and Safety of Electromagnetic Navigation Bronchoscopy for Lung Cancer Diagnosis: Systematic Review and Meta-analysis*, *CHEST* (2020), doi: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.05.534>
15. Machida, H.; Yuhara, T.; Tamura, M.; Ishikawa, T.; Tate, E.; Ueno, E.; Nye, K.; Sabol, J.M. Whole-Body Clinical Applications of Digital Tomosynthesis. *RadioGraphics* 2016, 36, 735-750.
16. Quaia E., Baratella E., Cioffi V., Bregant P., Cernic S., Cuttin R., Cova M.A. The Value of Digital Tomosynthesis in the Diagnosis of Suspected Pulmonary Lesions on Chest Radiography: Analysis of Diagnostic Accuracy and Confidence. *Acad. Radiol.* 2010;17:1267-1274.
17. Aboudara M., Roller L., Rickman O., Lentz R.J., Pannu J., Chen H., Maldonado F. Improved diagnostic yield for lung nodules with digital tomosynthesis-corrected navigational bronchoscopy: Initial experience with a novel adjunct. *Respirology*. 2019;25:206-213.
18. Katsis James MD*; Roller, Lance MS*; Aboudara, Matthew MD*; Pannu, Jasleen MD+; Chen, Heidi PhD+; Johnson, Joyce MD§; Lentz, Robert J. MD*; Rickman, Otis DO*; Maldonado, Fabien MD* Diagnostic Yield of Digital Tomosynthesis-assisted Navigational Bronchoscopy for Indeterminate Lung Nodules. *Journal of Bronchology & Interventional Pulmonology*. October 2021;28(4):255-261. doi: 10.1097/LBR.0000000000000766
19. Setser R., Chintalapani G., Bhadra K., Roberto F. Cone beam CT imaging for bronchoscopy: a technical review. *J Thorac Dis.* 2020 Dec;12(12):7416-7428. doi: 10.21037/jtd-20-2382
20. Pritchett M.A., Schampaert S., de Groot J.A.H., Schirmer C.C., van der Bom I. Cone-Beam CT with Augmented Fluoroscopy Com-bined with Electromagnetic Navigation Bronchoscopy for Biopsy of Pulmonary Nodules. *J. Bronchol. Interv. Pulmonol.* 2018;25:274-282.
21. Sobieszczyk M.J., Yuan Z., Li W., Krinsky W. Biopsy of peripheral lung nodules utilizing cone beam computer to-mography with and without trans bronchial access tool: A retrospective analysis *J. Thorac. Dis.* 2018;10: 5953-5959.
22. Verhoeven RLJ, van der Sterren W, Kong W, Langereis S, van der Tol P, van der Heijden EHFM. Cone-beam CT and Augmented Fluoroscopy-guided Navigation Bronchoscopy: Radiation Exposure and Diagnostic Accuracy Learning Curves. *J Bronchology Interv Pulmonol.* 2021 Oct 1;28(4):262-271. doi: 10.1097/LBR.0000000000000783 PMID: 34162799; PMCID: PMC8460082
23. Chen A.C., Pastis N.J., Jr., Mahajan A.K., Khandhar S.J., Simoff M.J., Machuzak M.S., Cicens J., Gildea T.R., Silvestri G.A. Robotic Bron-choscopy for Peripheral Pulmonary Lesions: A Multicenter Pilot and Feasibility Study (BENEFIT). *Chest.* 2021;159:845-852.
24. Fielding D.I., Bashirzadeh F., Son J.H., Todman M., Chin A., Tan L., Steinke K., Windsor M.N., Sung A.W. First Human Use of a New Robotic-Assisted Fiber Optic Sensing Navigation System for Small Peripheral Pulmonary Nodules. *Respiration*. 2019;98:142-150.
25. Rivera M., Mehta A.C., Wahidi M.M. Establishing the Diagnosis of Lung Cancer. *Chest.* 2013;143:e142S-e165S.

Сведения об авторах

Васильев Игорь Владимирович ✉ – канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник (руководитель направления «Интервенционная пульмонология») ФГБУ «Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии Минздрава России (Россия, 191036, г. Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2/4).

<https://orcid.org/0000-0003-2168-5793>

e-mail: iv.vasilev@spbniif.ru

Беляев Глеб Сергеевич – врач-эндоскопист, торакальный хирург ФГБУ «Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии» Минздрава России (Россия, 191036, г. Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2/4).

<https://orcid.org/0000-0002-0952-3866>

Весельский Артём Борисович – ординатор направления «Лучевая диагностика» ФГБУ «Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии» Минздрава России (Россия, 191036, г. Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2/4).

<https://orcid.org/0000-0002-2221-0290>

Гаврилов Павел Владимирович – канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник (руководитель направления «Лучевая диагностика») ФГБУ «Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии» Минздрава России (Россия, 191036, г. Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2/4), доцент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» ((Россия, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9).

<https://orcid.org/0000-0003-3251-4084>

Соколов Евгений Георгиевич – д-р мед. наук, профессор, зам. директора по научной работе ФГБУ «Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии» Минздрава России (Россия, 191036, г. Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2/4); профессор кафедры госпитальной хирургии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» (Россия, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9).

<https://orcid.org/0000-0003-4794-0588>

Яблонский Пётр Казимирович – д-р мед. наук, профессор, директор ФГБУ «Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии» Минздрава России (Россия, 191036, г. Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2/4); проректор по медицинской деятельности ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» (Россия, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9).

<https://orcid.org/0000-0003-4385-9643>

Information about authors

Igor V. Vasiliev✉, Cand. Med. sci., Leading Researcher (head of the direction “Interventional pulmonology”), St. Petersburg Research Institute of Phthiopulmonology (2/4, Ligovsky Ave., St. Petersburg, 191036, Russia).

<https://orcid.org/0000-0003-2168-5793>

e-mail: iv.vasilev@spbniif.ru

Gleb S. Belyaev, endoscopist, thoracic surgeon, St. Petersburg Research Institute of Phthiopulmonology (2/4, Ligovsky Ave., St. Petersburg, 191036, Russia).

<https://orcid.org/0000-0002-0952-3866>

Artem B. Veselsky, resident of the direction “Radial diagnostics”), St. Petersburg Research Institute of Phthiopulmonology (2/4, Ligovsky Ave., St. Petersburg, 191036, Russia).

<https://orcid.org/0000-0002-2221-0290>

Pavel V. Gavrilov, Cand. Med. sci., Leading Researcher (head of the direction “Radial diagnostics”), St. Petersburg Research Institute of Phthiopulmonology (2/4, Ligovsky Ave., St. Petersburg, 191036, Russia); Associate Professor, the Department of Radiation Diagnostics, St. Petersburg State University (7–9, Universitetskaya nab. st., St. Petersburg, 199034, Russia).

<https://orcid.org/0000-0003-3251-4084>

Evgeniy G. Sokolovich, Dr. Med. sci., Professor, deputy director for scientific work, St. Petersburg Research Institute of Phthiopulmonology (2/4, Ligovsky Ave., St. Petersburg, 191036, Russia); Professor, the Department of Hospital Surgery, St. Petersburg State University (7–9, Universitetskaya nab. st., St. Petersburg, 199034, Russia).

<https://orcid.org/0000-0003-4794-0588>

Petr K. Yablonsky, Dr. Med. sci., Professor, Director of the St. Petersburg Research Institute of Phthiopulmonology (2/4, Ligovsky Ave., St. Petersburg, 191036, Russia); Vice-Rector for Medical Activities, St. Petersburg State University (7–9, Universitetskaya nab. st., St. Petersburg, 199034, Russia).

<https://orcid.org/0000-0003-4385-9643>

Поступила в редакцию 24.01.2022; одобрена после рецензирования 16.02.2022; принята к публикации 25.02.2022
The paper was submitted 24.01.2022; approved after reviewing 16.02.2022; accepted for publication 25.02.2022