

<https://doi.org/10.24060/2076-3093-2024-14-4-317-322>



Эффективность методов забора биологического и операционного материала с целью выявления микобактерии туберкулеза

Р.Н. Исламов^{1,*}, Р.А. Шарипов², Р.К. Тукфатуллин², И.В. Сидоров¹, Р.К. Ягафарова²

¹ Республиканский клинический противотуберкулезный диспансер, Россия, Республика Башкортостан, Уфа

² Башкирский государственный медицинский университет, Россия, Республика Башкортостан, Уфа

* **Контакты:** Исламов Ринат Нафкатович, e-mail: i5lrinat@yandex.ru

Исламов Ринат Нафкатович — туберкулезно-легочное хирургическое отделение, orcid.org/0009-0005-4776-4141

Шарипов Рауль Ахнафович — к.м.н., доцент, кафедра фтизиатрии, orcid.org/0000-0002-7720-4832

Тукфатуллин Равиль Кашвиевич — к.м.н., доцент, кафедра фтизиатрии, orcid.org/0009-0003-4100-6839

Сидоров Игорь Вячеславович — клинко-диагностическая лаборатория

Ягафарова Роза Каюмовна — д.м.н., доцент, кафедра фтизиатрии, orcid.org/0009-0001-8272-6774

Аннотация

Введение. Туберкулез (ТБ) остается значимой проблемой здравоохранения, занимая второе место после COVID-19 по числу смертей от инфекционных заболеваний с ежегодным поражением более 10 миллионов человек. Несмотря на снижение заболеваемости, диагностика продолжает оставаться сложной, особенно с отрицательными результатами бактериологических и гистологических исследований. **Цель работы:** сравнить эффективность хирургических методов диагностики туберкулеза на преаналитическом этапе бактериологической верификации. **Материалы и методы.** В рамках ретроспективного исследования, проведенного в Республиканском клиническом противотуберкулезном диспансере Республики Башкортостан, проанализированы данные 1272 пациентов, находившихся на стационарном лечении в туберкулезно-легочном хирургическом отделении с 2021 по 2023 годы. Применялись бактериологические методы диагностики, включая микроскопию и полимеразно-цепную реакцию (ПЦР). **Результаты и обсуждение.** Результаты показывают, что из 1272 операций 65,2 % были резекционными и у 83,1 % пациентов подтверждена туберкулезная инфекция. Бронхоальвеолярный лаваж выявил микобактерии у 153 (20,5 %) пациентов, тогда как метод сбора мокроты показал их наличие у 106 пациентов. Новый метод сбора, хотя и менее эффективен, показал 15,7 % выявляемости при молекулярно-генетическом анализе. **Заключение.** Оперативные методы диагностики туберкулеза эффективны, выявляя МБТ в 83,1 % случаев, превосходя стандарт сбора мокроты с 10,8 % выявляемости молекулярно-генетическим методом. Бронхоальвеолярный лаваж более результативен: 20,5 % молекулярно-генетически, 11 % микроскопически и 8 % посевом. Новый метод хотя и менее эффективен, но регистрируется как более точный, чем стандарт: 15,7 % молекулярно-генетически, 6,6 % микроскопически и 5,2 % посевом.

Ключевые слова: туберкулез, микобактерии туберкулеза, бронхоскопия, посев на плотных средах, микроскопия, мокрота, полимеразная цепная реакция, бронхоальвеолярный лаваж

Информация о конфликте интересов. Конфликт интересов отсутствует.

Информация о спонсорстве. Данная работа не финансировалась.

Вклад авторов. Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Для цитирования: Исламов Р.Н., Шарипов Р.А., Тукфатуллин Р.К., Сидоров И.В., Ягафарова Р.К. Эффективность методов забора биологического и операционного материала с целью выявления микобактерии туберкулеза. Креативная хирургия и онкология. 2024;14(4):317–322. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2024-14-4-317-322>

Поступила в редакцию: 17.07.2024

Поступила после рецензирования и доработки: 02.09.2024

Принята к публикации: 27.09.2024

Effectiveness of Biological and Surgical Sampling for Detection of Mycobacterium Tuberculosis

Rinat N. Islamov — Tuberculous Pulmonary Surgery Unit, orcid.org/0009-0005-4776-4141

Raul A. Sharipov — Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Department of Phthysiology, orcid.org/0000-0002-7720-4832

Ravil K. Tukfatullin — Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Department of Phthysiology, orcid.org/0009-0003-4100-6839

Igor V. Sidorov — Clinical Diagnostic Laboratory

Rosa K. Yagafarova — Dr. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Department of Phthysiology, orcid.org/0009-0001-8272-6774

Rinat N. Islamov^{1,*}, Raul A. Sharipov², Ravil K. Tukfatullin², Igor V. Sidorov¹, Rosa K. Yagafarova²

¹ Republican Clinical Tuberculosis Treatment Dispensary, Ufa, Russian Federation

² Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

* **Correspondence to:** Islamov Rinat Nafkatovich, e-mail: i5lrinat@yandex.ru

Abstract

Introduction. Tuberculosis remains a significant public health issue, ranking second only to COVID-19 in terms of mortality from infectious diseases, with more than 10 million individuals affected annually. Despite a decline in incidence rate, its diagnosis continues to be challenging, particularly in cases with negative results from microbiological and histological examinations. **Aim.** To compare the effectiveness of surgical diagnostic methods for tuberculosis during the pre-analytical phase of bacteriological verification. **Materials and methods.** The retrospective study, conducted at the Republican Clinical Tuberculosis Treatment Dispensary of the Republic of Bashkortostan, analyzed data from 1272 patients who were hospitalized in the Tuberculous Pulmonary Surgery Unit from 2021 to 2023 and underwent bacteriological diagnostics, including microscopy and polymerase chain reaction. **Results and discussion.** The results indicate that out of 1272 surgeries, 65.2% involved resection procedures, with confirmed tuberculosis infection in 83.1% of patients. Bronchoalveolar lavage identified mycobacteria in 153 patients (20.5%), whereas sputum collection revealed them in 106 patients. The new collection method, although less effective, demonstrated a detection rate of 15.7% through molecular genetic analysis. **Conclusion.** Surgical diagnostic methods for tuberculosis appeared to be effective, detecting mycobacterium tuberculosis in 83.1% of cases, surpassing the standard sputum collection method, which has a detection rate of 10.8% via molecular genetic analysis. Bronchoalveolar lavage proved to be more productive, yielding 20.5% positive results on a molecular genetic basis, 11% microscopically, and 8% through culture. Although the new method is less effective, it is recorded as being more accurate than the standard, with detection rates of 15.7% molecularly, 6.6% microscopically, and 5.2% through culture.

Keywords: tuberculosis, mycobacterium tuberculosis, bronchoscopy, culture on solid media, microscopy, sputum, polymerase chain reaction, bronchoalveolar lavage

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Sponsorship data. This work is not funded.

Author contributions. The authors contributed equally to this article.

For citation: Islamov R.N., Sharipov R.A., Tukfatullin R.K., Sidorov I.V., Yagafarova R.K. Effectiveness of biological and surgical sampling for detection of mycobacterium tuberculosis. *Creative Surgery and Oncology*. 2024;14(4):317–322. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2024-14-4-317-322>

Received: 17.07.2024

Revised: 02.09.2024

Accepted: 27.09.2024

ВВЕДЕНИЕ

Туберкулез является предотвратимым и, как правило, излечимым заболеванием. Тем не менее в 2022 году туберкулез был второй по значимости причиной смерти от одного инфекционного агента в мире после новой коронавирусной инфекции COVID-19 и стал причиной почти в два раза большего числа смертей, чем ВИЧ/СПИД. Более 10 миллионов человек продолжают ежегодно заболевать туберкулезом.

В современных условиях сложной эпидемической ситуации как в мире, так и в различных регионах Российской Федерации проблема диагностики и дифференциальной диагностики туберкулеза легких остается актуальной и во многом нерешенной. Несмотря на успехи в снижении заболеваемости, особенно отмеченные в 2019, 2020 и 2021 годах, многие трудности остаются, особенно при диагностике туберкулеза легких с отрицательными результатами бактериологических и гистологических исследований (код A16.0 по МКБ) и без проведения таковых (код A16.1) [1]. Таким пациентам часто назначают химиотерапию по режиму химиотерапии лекарственно-чувствительного туберкулеза вследствие отсутствия данных о лекарственной устойчивости и неподтвержденной этиологии процесса [2]. Важно отметить, что доля туберкулеза с множественной лекарственной устойчивостью (МЛУ-ТБ) в России значительно увеличилась: среди общих заболевших она возросла с 55,3 до 56,7 % в период с 2018 по 2019 год, а среди впервые выявленных больных — с 26,6 % в 2015 году до 33,6 % в 2020 году. Получение диагностического материала из легочной паренхимы остается важной задачей в пульмонологии и фтизиатрической практике [3]. Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью совершенствования методов этиологической диагностики туберкулеза, что позволит повысить верификацию заболевания и, как следствие, улучшить качество лечения, основанное на чувствительности возбудителя к противотуберкулезным препаратам [4].

Цель работы: проанализировать и сравнить информативность инструментальных и хирургических методов забора биоматериала для обнаружения микобактерии туберкулеза (далее — МБТ) в биологической жидкости или в операционном материале.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено ретроспективное исследование на базе Республиканского клинического противотуберкулезного диспансера Республики Башкортостан. В группу исследования были включены пациенты, получившие стационарное лечение за период с 2021 по 2023 год в туберкулезно-легочном хирургическом отделении. Из общего числа пациентов 68 % составляли мужчины, а 32 % — женщины. Возраст участников варьировался от 18 до 70 лет.

Проведен анализ выполненных пациентам бронхоскопических исследований и способов забора биологического материала за период с 2021 по 2023 год, проведенных в соответствии с приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 21 марта

2003 года № 109 «О совершенствовании противотуберкулезных мероприятий в Российской Федерации» (глава 5), стандартный метод забора мокроты, а также анализ характера и результатов забора биологического материала, выполненного во время хирургических вмешательств [5]. Также проведено оригинальное исследование запатентованным способом получения мокроты у больных туберкулезом легких, выполненным за период с 2023 по 2024 год. В данном исследовании участвовали 76 пациентов, которые соответствовали определенным критериям. Включались взрослые пациенты в возрасте от 18 до 70 лет, которые дали письменное согласие на участие в исследовании и проведение предложенных методов диагностики и лечения. Исключались пациенты моложе 18 или старше 70 лет, женщины в состоянии беременности или кормления грудью, а также пациенты с тяжелыми сопутствующими заболеваниями, такими как тяжелая сердечная недостаточность или хроническая обструктивная болезнь легких в стадии декомпенсации, которые могли повлиять на выполнение процедур или интерпретацию результатов. Были также исключены пациенты с известной аллергической реакцией на лидокаин или физиологический раствор и те, кто отказался подписать документ о добровольном информированном согласии на участие в исследовании. При оценке данных выявления МБТ были использованы следующие бактериологические методы диагностики: микроскопия с посевного материала (осадка) по Цилю — Нильсену, посев на плотных питательных средах, молекулярно-генетическое исследование методом ПЦР [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что за период с 2021 по 2023 год было выполнено 1272 оперативных вмешательств. Бронхоскопия с бронхоальвеолярным лаважем проведена 746 пациентам. Стандартным методом мокрота была получена у 978 пациентов. Метод забора мокроты, предложенный в приказе № 109 от 21 марта 2003 года, выполнен лишь у 7 пациентов, в то время как оригинальное исследование запатентованным способом получения мокроты было выполнено у 76 пациентов.

В ходе анализа методов оперативных вмешательств, указанных на рисунке 1, нас особенно интересовали резекционные методы оперативного лечения, которые составили 830 (65,2 %) от общего количества оперативных вмешательств. Из 830 (100 %) резекционных операций, проведенных с 2021 по 2023 год, туберкулезная инфекция была исключена у 141 (16,9 %) пациента по результатам гистологического и бактериологического исследований, а у 689 (83,1 %) пациентов была выявлена туберкулезная инфекция. При исследовании операционного материала, полученного от 689 пациентов посевом на плотных питательных средах, МБТ была выявлена у 116 (16,8 %) пациентов; у 105 сохранена чувствительность к противотуберкулезным препаратам, а у 11 определена устойчивость. При молекулярно-генетическом исследовании операционного материала чувствительность к препаратам сохранялась у 159 па-

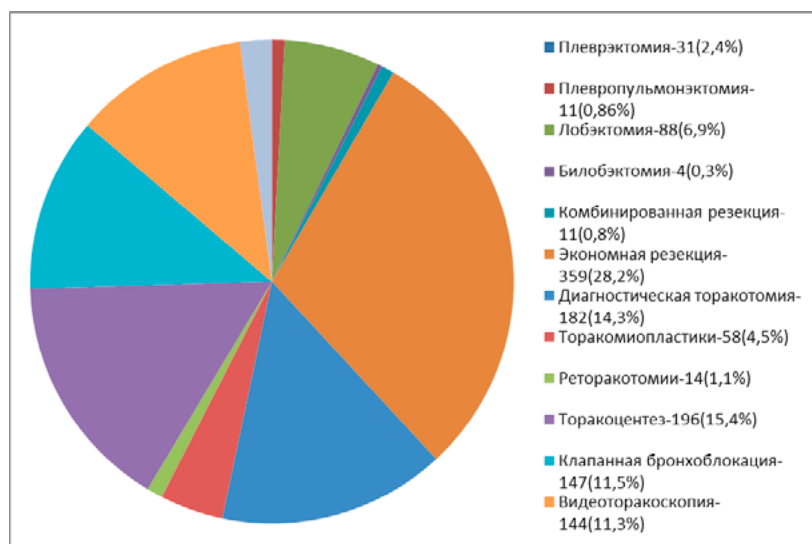


Рисунок 1. Структура оперативных вмешательств, выполненных в ГБУЗ «Республиканский клинический противотуберкулезный диспансер» за период с 2021 по 2023 годы

Figure 1. Structure of surgical interventions performed at the Republican Clinical Tuberculosis Treatment Dispensary from 2021 to 2023

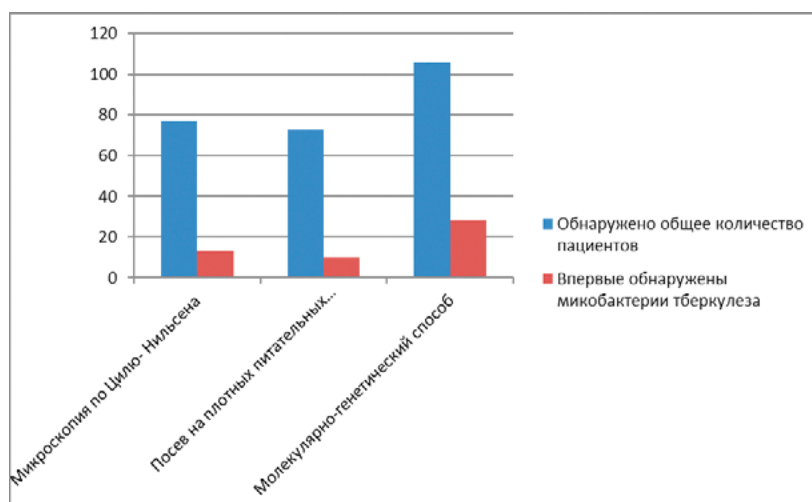


Рисунок 2. Выявление микобактерии туберкулеза стандартным методом получения мокроты

Figure 2. Detection of mycobacterium tuberculosis using the standard sputum collection method

циентов, у 15 обнаружена устойчивость к противотуберкулезным препаратам [7].

По данным P. Goussard с соавторами, у 35 пациентов МБТ в бронхоальвеолярном лаваже были выявлены [8]:

- методом микроскопии у 8,6 % (3/35) пациентов;
- молекулярно-генетическим методом у 60,0 % (21/35) пациентов;
- при культуральном исследовании получен рост МБТ у 11,4 % (3) пациентов.

При анализе бронхоальвеолярного лаважа в нашем учреждении у 746 (100 %) пациентов были получены следующие результаты:

- методом микроскопии по Цилю — Нильсену микобактерии туберкулеза обнаружены у 82 (11 %) пациентов, впервые — у 4 пациентов;
- молекулярно-генетическим методом МБТ обнаружен у 153 (20,5 %), впервые — у 10 пациентов;

- методом посева на плотных питательных средах МБТ выявлен у 60 (8 %) пациентов, данных об обнаружении впервые нет.

Анализ получения мокроты стандартным методом, указанным на рисунке 2, был проведен у 978 (100 %) пациентов. Из 106 (10,8 %) пациентов, у которых МБТ был выявлен молекулярно-генетическим методом, устойчивость была определена у 17 пациентов, а чувствительность к противотуберкулезным препаратам сохранена у 89; впервые МБТ данным методом был выявлен у 28 пациентов. При анализе методом посева на плотных питательных средах у 73 (7,4 %) пациентов была обнаружена МБТ, чувствительность к противотуберкулезным препаратам сохранена у 68, устойчивость определена у 5. Методом микроскопии по Цилю — Нильсену впервые МБТ в мокроте была обнаружена у 77 (7,8 %) пациентов, из них у 13 — впервые [9].

При анализе способов забора биологического материала за период с 2021 по 2023 год, выяснилось, что проведенных врачом-оториноларингологом в соответствии с приказом Минздрава РФ от 21 марта 2003 года № 109 выполнено только 7 (100 %) пациентам. Молекулярно-генетическим методом МБТ выявлена у 1 (14,2 %) пациента, методом микроскопии по Цилю — Нильсену — у 1 (14,2 %) пациента, методом посева на плотных питательных средах — не выявлено [10].

При исследовании запатентованного способа получения мокроты у больных туберкулезом у 76 (100 %) пациентов были получены следующие результаты: посевом на плотных питательных средах МБТ выявлена у 4 (5,2 %), молекулярно-генетическим исследованием — у 12 (15,7 %) и микроскопией с посевом материала по Цилю — Нильсену — у 5 (6,6 %) больных [11].

Предлагаемый способ получения мокроты заключается в следующем. Забор материала производят в условиях перевязочной в положении сидя [12]. Под местной анестезией перед исследованием проводят обработку носовой и ротовой полости 10 %-ным лидокаином спреем. Катетер аспирационный трахеальный длиной 53 см и размером 14 CH (далее — микроирригатор) проводят по носовому ходу до входа в трахею. После чего просят пациента вдохнуть, а микроирригатор продвигают дальше в трахею [13]. С наружного конца микроирригатора шприцем вводят стерильный физиологический раствор (0,9 % хлорид натрия) объемом 5 мл и сразу же аспирируют в этот же шприц [14]. Полученный материал вливают в контейнер для забора биологического материала и отправляют на исследование в лабораторию [15].

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что диагностическая ценность биологического материала, полученного с помощью микроирригатора, выше, чем при получении мокроты стандартным методом и способом забора биологического материала врачом-оториноларингологом. Это объясняется проведением микроирригатора ближе к очагу инфекции и не смешиванием биоматериала со слюной. Диагностическая ценность уступает методу забора бронхоальвеолярного лаважа при бронхоскопии. Преимущество при применении микроирригатора по сравнению

с бронхоскопическим забором: метод более прост при выполнении, забор биологического материала может выполнить средний медицинский работник, не требуется специальное дорогостоящее оборудование для забора и обученный специалист, на проведение забора требуется меньше времени (3–5 минут), возможность большого охвата пациентов, возможность выполнения забора в амбулаторных условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оперативные вмешательства представляют собой весьма эффективный метод диагностики туберкулезной инфекции, демонстрируя показатель выявляемости у 83,1 % пациентов. Это подчеркивает значимость и необходимость применения данной методики в практике, что обеспечивает высокую степень диагностики даже в наиболее сложных клинических случаях. Стандартный метод получения мокроты выявил МБТ у 10,8 % пациентов молекулярно-генетическим методом, 7,4 % методом посева и 7,8 % методом микроскопии по Цилю — Нильсену. МБТ, выявленный впервые: у 28 пациентов молекулярно-генетическим методом и 13 пациентов методом микроскопии. Бронхоальвеолярный лаваж: МБТ найдена у 20,5 % пациентов молекулярно-генетическим методом, 11 % методом микроскопии и 8 % посевом. Это подтверждает, что бронхоальвеолярный лаваж обладает более высокой диагностической ценностью по сравнению со стандартным методом получения мокроты. Новый запатентованный способ выявил МБТ у 15,7 % пациентов молекулярно-генетическим методом, 6,6 % методом микроскопии и 5,2 % методом посева, что несколько ниже бронхоальвеолярного лаважа по диагностической значимости, но выше стандартного метода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Шабалина И.Ю., Тихонов А.М., Шишова С.В., Семенова Л.А., Сивкозов И.В. Радиальная эндобронхиальная ультрасонография в комбинации с эндоскопической трансbronхиальной криобиопсией в дифференциальной диагностике инфильтрата в легком. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2021;7:84–9. DOI: 10.17116/hirurgia202107184
- Тюлькова Т.Е., Луговкина Т.К., Кутузова Д.М., Хабибуллина Н.Ф. Диагностика туберкулеза легких при недоказанном бактериовыделении. РМЖ. Медицинское обозрение. 2022;6(7):387–92. DOI: 10.32364/2587-6821-2022-6-7-387-392
- Юнусбаева М.М., Бородин Л.Я., Шарипов Р.А., Билалов Ф.С., Елипаев А.А. Эпидемическая ситуация по туберкулезу в Приволжском федеральном округе в 2016–2020 гг. Туберкулез и болезни легких. 2021;99(12):22–6. DOI: 10.21292/2075-1230-2021-99-12-22-26
- Деттярева С.И., Бадрак С.М., Панина В.А. Оценка методов диагностики микобактерии туберкулеза. Вестник науки. 2021;1(12):156–66.
- Бородулин Б.Е., Еремеев Е.П., Ураксина М.В., Бородулина Е.А. Современные методы лабораторной диагностики туберкулеза: выявление возбудителя и определение его лекарственной чувствительности. Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. 2022;11(4):106–11. DOI: 10.33029/2305-3496-2022-11-4-106-111
- Saktiawati A.M.I., Putera D.D., Setyawan A., Mahendradhata Y., van der Werf T.S. Diagnosis of tuberculosis through breath test: A systematic review. EBioMedicine. 2019;46:202–14. DOI: 10.1016/j.ebiom.2019.07.056
- Goussard P., Verster J., Ebert L., Venkatakrishna S., Gie A., Rhode D., et al. Tuberculosis of the trachea in a child: Value of 3D segmentation. Pediatr Pulmonol. 2023;58(6):1824–7. DOI: 10.1002/ppul.26389
- Goussard P., Eber E., Venkatakrishna S., Frigati L., Greybe L., Janson J., et al. Interventional bronchoscopy in pediatric pulmonary tuberculosis. Expert Rev Respir Med. 2023;17(12):1159–75. DOI: 10.1080/17476348.2023.2299336
- Zhang H.S., Chen X.P., Ye L.P., Wang G.F., Zheng Y.M., Zhang H.L., et al. Clinical application of transbronchial cryotherapy in the diagnosis and treatment of tracheobronchial tuberculosis in children. Zhonghua Er Ke Za Zhi. 2021;59(11):963–7 (Chinese). DOI: 10.3760/cma.j.cn112140-20210504-00378
- Rusakova L.I., Nechaeva O.B., Seltsovskiy P.P., Legal framework for epidemiological surveillance of tuberculosis. Current problems of health care and medical statistics. 2021;1:104–29 (In Russ.). DOI: 10.24411/2312-2935-2021-00005
- Sharipov R.A., Tukfatullin R.K., Islamov R.N., Bulatov Sh.E., Iagafarova R.K. Method of obtaining sputum from patients with
- Goussard P., Eber E., Venkatakrishna S., Frigati L., Greybe L., Janson J., et al. Interventional bronchoscopy in pediatric pulmonary tuberculosis. Expert Rev Respir Med. 2023;17(12):1159–75. DOI: 10.1080/17476348.2023.2299336
- Zhang H.S., Chen X.P., Ye L.P., Wang G.F., Zheng Y.M., Zhang H.L., et al. Clinical application of transbronchial cryotherapy in the diagnosis and treatment of tracheobronchial tuberculosis in children. Zhonghua Er Ke Za Zhi. 2021;59(11):963–7 (Chinese). DOI: 10.3760/cma.j.cn112140-20210504-00378
- Rusakova L.I., Nechaeva O.B., Seltsovskiy P.P., Legal framework for epidemiological surveillance of tuberculosis. Current problems of health care and medical statistics. 2021;1:104–29 (In Russ.). DOI: 10.24411/2312-2935-2021-00005
- Sharipov R.A., Tukfatullin R.K., Islamov R.N., Bulatov Sh.E., Iagafarova R.K. Method of obtaining sputum from patients with
- Rogozhin P.V., Kolosanov A.V., Borodulina E.A. Хирургическое лечение больных туберкулезом легких в XXI веке. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2020;6:104–8. DOI: 10.17116/hirurgia2020061104
- Sharma S.K., Mohan A., Kohli M. Extrapulmonary tuberculosis. Expert Rev Respir Med. 2021;15(7):931–48. DOI: 10.1080/17476348.2021.1927718
- Riskiyev A., Ciobanu A., Hovhannesian A., Akopyan K., Gadoev J., Parpieva N. Characteristics and treatment outcomes of patients with tuberculosis receiving adjunctive surgery in Uzbekistan. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(12):6541. DOI: 10.3390/ijerph18126541
- Елипаев А.А., Полуэктов Е.И., Шпрыков А.С. Значение бактериологического исследования операционного материала у больных туберкулезом легких. Медицинский альманах. 2015;5(40):118–21.

REFERENCES

- Shabalina I.Yu., Tikhonov A.M., Shishova S.V., Semenova L.A., Sivokozov I.V. Radial endobronchial ultrasound combined with transbronchial lung cryobiopsy in differential diagnosis of pulmonary infiltrate. Pirogov Russian Journal of Surgery. 2021;7:84–9 (In Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia202107184
- Tyulkova T.E., Lugovkina T.K., Kutuzova D.M., Khabibullina N.F. Diagnosis of bacteriologically unconfirmed pulmonary tuberculosis (literature review). Russian Medical Inquiry. 2022;6(7):387–92 (In Russ.). DOI: 10.32364/2587-6821-2022-6-7-387-392
- Yunusbaeva M.M., Borodina L.Ya., Sharipov R.A., Bilalov E.S., Azamatova M.M., Yunusbaev B.B. Tuberculosis situation in Volga federal district in 2016–2020. Tuberculosis and Lung Diseases. 2021;99(12):22–6 (In Russ.). DOI: 10.21292/2075-1230-2021-99-12-22-26
- Degtyareva S.I., Badrak S.M., Panina V.A. Evaluation of diagnostic methods for mycobacterium tuberculosis. Vestnik nauki. 2021;1(12):156–66 (In Russ.).
- Borodulin B.E., Eremenko E.P., Uraksina M.V., Shubina A.T. Contemporary methods of laboratory diagnostics of tuberculosis. The detection of the pathogen and determination its drug sensitivity. Infectious Diseases: News, Opinions, Training. 2022;11(4):106–11 (In Russ.). DOI: 10.33029/2305-3496-2022-11-4-106-111
- Saktiawati A.M.I., Putera D.D., Setyawan A., Mahendradhata Y., van der Werf T.S. Diagnosis of tuberculosis through breath test: A systematic review. EBioMedicine. 2019;46:202–14. DOI: 10.1016/j.ebiom.2019.07.056
- Goussard P., Verster J., Ebert L., Venkatakrishna S., Gie A., Rhode D., et al. Tuberculosis of the trachea in a child: Value of 3D segmentation. Pediatr Pulmonol. 2023;58(6):1824–7. DOI: 10.1002/ppul.26389
- Goussard P., Eber E., Venkatakrishna S., Frigati L., Greybe L., Janson J., et al. Interventional bronchoscopy in pediatric pulmonary tuberculosis. Expert Rev Respir Med. 2023;17(12):1159–75. DOI: 10.1080/17476348.2023.2299336
- Zhang H.S., Chen X.P., Ye L.P., Wang G.F., Zheng Y.M., Zhang H.L., et al. Clinical application of transbronchial cryotherapy in the diagnosis and treatment of tracheobronchial tuberculosis in children. Zhonghua Er Ke Za Zhi. 2021;59(11):963–7 (Chinese). DOI: 10.3760/cma.j.cn112140-20210504-00378
- Rusakova L.I., Nechaeva O.B., Seltsovskiy P.P., Legal framework for epidemiological surveillance of tuberculosis. Current problems of health care and medical statistics. 2021;1:104–29 (In Russ.). DOI: 10.24411/2312-2935-2021-00005
- Sharipov R.A., Tukfatullin R.K., Islamov R.N., Bulatov Sh.E., Iagafarova R.K. Method of obtaining sputum from patients with

- pulmonary tuberculosis: Russian Federation patent 2820388 C1. 2024 June 03 (In Russ.).
- 12 Rogozhkin P.V., Kolsanov A.V., Borodulina E.A. Surgical treatment of pulmonary tuberculosis. Pirogov Russian Journal of Surgery. 2020;6:104–8 (In Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia2020061104
- 13 Sharma S.K., Mohan A., Kohli M. Extrapulmonary tuberculosis. Expert Rev Respir Med. 2021;15(7):931–48. DOI: 10.1080/17476348.2021.1927718
- 14 Riskiyev A., Ciobanu A., Hovhannesyan A., Akopyan K., Gadoev J., Parpieva N. Characteristics and treatment outcomes of patients with tuberculosis receiving adjunctive surgery in Uzbekistan. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(12):6541. DOI: 10.3390/ijerph18126541
- 15 Elipashev A.A., Poluektov E.I., Shprykov A.S. Meaning of bacteriological study of surgical material in the case of patients having pulmonary tuberculosis. 2015;5(40):118–21 (In Russ.).