

УДК 616-002.5

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-1-14-20>

© Чаадаева Ю.А., Горбунов Н.А., Дергилев А.П., Манакова Я.Л., 2022 г.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ ТУБЕРКУЛЕЗА ЛЕГКИХ¹Ю. А. Чаадаева*, ²Н. А. Горбунов, ²А. П. Дергилев, ²Я. Л. Манакова¹Государственная областная Новосибирская клиническая туберкулезная больница, Новосибирск, Россия²Новосибирский государственный медицинский университет, Новосибирск, Россия

Туберкулез остается одним из грозных и социально значимых заболеваний в мире. Лучевая диагностика туберкулеза легких с каждым годом совершенствуется, внедряются новые алгоритмы, технологии и методы, что благоприятно сказывается на выявляемости туберкулеза. Тем не менее диагностика туберкулеза остается сложной задачей. В качестве скринингового метода на первом месте остается цифровая флюорография, для более детального анализа проводят компьютерную томографию (КТ). Следует отметить положительную тенденцию к применению низкодозной компьютерной томографии (НДКТ), которая имеет неопределимое значение для скрининговых исследований. Лидирующее место среди рентгеноконтрастных исследований занимает КТ с болюсным усилением, позволяющая провести дифференциальную диагностику туберкулеза с другими заболеваниями легких. Такие методы диагностики, как однофотонная эмиссионная компьютерная томография, магнитно-резонансная томография (МРТ), диффузионно-взвешенная МРТ, применяются в индивидуальном порядке, как дополнительный источник информации.

Ключевые слова: туберкулез легких, методы лучевой диагностики, цифровая флюорография, компьютерная томография, низкодозная компьютерная томография

*Контакт: Чаадаева Юлия Александровна, Jyli_2@mail.ru

© Chaadaeva Yu.A., Gorbunov N.A., Dergilev A.P., Manakova Ya.L., 2022

MODERN METHODS OF DIAGNOSTIC IMAGING OF PULMONARY TUBERCULOSIS¹Yulia A. Chaadaeva*, ²Nikolay A. Gorbunov, ²Alexander P. Dergilev, ²Yana L. Manakova¹Novosibirsk State regional clinical TB hospital, Novosibirsk, Russia²Novosibirsk State Medical University, Ministry of health of Russia, Novosibirsk, Russia

Tuberculosis remains one of the most dangerous and socially significant diseases in the world. Diagnostic imaging of pulmonary tuberculosis is being improved every year, new algorithms, technologies and methods are being introduced, what create a positive effect on the detection of tuberculosis. However, the diagnosis of tuberculosis remains a challenge. Digital fluorography remains the primary screening method, and computed tomography (CT) is used for more detailed analysis. This should be noted that there is a positive trend towards the application of low-dose computed tomography (LDCT), which is invaluable for screening studies. The leading place among radiopaque studies is CT with bolus enhancement, which helps to differentiate tuberculosis with other lung diseases. Such diagnostic methods as single-photon emission computed tomography, magnetic resonance imaging (MRI), and diffusion-weighted MRI are used individually as an additional source of information.

Key words: pulmonary tuberculosis, techniques of radiation diagnosis, digital fluorography, computed tomography, low-dose computed tomography

*Contact: Chaadaeva Yulia Aleksandrovna, Jyli_2@mail.ru**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.**Для цитирования:** Чаадаева Ю.А., Горбунов Н.А., Дергилев А.П., Манакова Я.Л. Современные методы лучевой диагностики туберкулеза легких // *Лучевая диагностика и терапия*. 2022. Т. 13, № 1. С. 14–20, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-1-14-20>.**Conflict of interests:** the authors declare no conflicts of interest.

Financing. The study was not funded by any sources.

For citation: Chaadaeva Yu.A., Gorbunov N.A., Dergilev A.P., Manakova Ya.L. Modern methods of diagnostic imaging of pulmonary tuberculosis // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2022. Vol. 13, No. 1. P. 14–20, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-1-14-20>.

По данным ВОЗ Россия находится в списке из 30 стран с наибольшим числом больных туберкулезом легких¹. Ежегодно ВОЗ разрабатывает новые профилактические меры и схемы по совершенствованию

лечения, улучшению диагностики данной патологии, преследуя цель прекратить эпидемию туберкулеза к 2030 году¹. Ежегодный пересмотр стратегии борьбы с этим инфекционным заболеванием позво-

¹ Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). Новые рекомендации ВОЗ по ускорению прогресса в решении проблемы туберкулеза. <http://www.who.int> (дата обращения: 25.06.2019).

лил улучшить эпидемиологические показатели. Заболеваемость туберкулезом в мире снизилась примерно на 2% за 2019 г., что по оценкам аналитиков привело к спасению 54 млн жизней¹. Несмотря на все усилия, туберкулез легких остается в списках грозных и социально значимых заболеваний в мире. Каждый врач, вне зависимости от его специальности, обязан знать принципы диагностики, лечения и профилактики туберкулеза легких. Он должен своевременно заподозрить у больного туберкулез легких, правильно провести диагностику, при показаниях направить пациента к фтизиатру [1, с. 70–71]. Выявление является составной, наиболее важной, частью борьбы с туберкулезом легких, позволяющей снизить процент заболеваемости. Для диагностики туберкулеза легких применяются различные методы: иммунологический, бактериологический и лучевой. Наиболее массовым, информативным, а главное неинвазивным является метод лучевой диагностики. Целью настоящего обзора является обобщение диагностических возможностей, отражающих современную лучевую диагностику туберкулеза легких.

После открытия В. К. Рентгеном X-лучей стала доступна техника получения рентгенологического изображения различных органов. Это сделало возможным сопоставление патоморфологических проявлений туберкулеза с прижизненными туберкулезными изменениями в различных органах, и к формированию диагностической лучевой картины заболевания. Дальнейшее развитие метода привело к появлению в клинической практике рентгенодиагностики с электронно-оптическими преобразователями, цифровой рентгенографии, а в дальнейшем (в середине 1970-х гг.) и компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии, современной радионуклидной диагностики, что тем самым вывело лучевую диагностику всех форм и стадий туберкулеза на новый качественный уровень [2, с. 63; 3, с. 109; 4, с. 196; 5, с. 24].

На данный момент первичным методом лучевой диагностики заболеваний органов грудной клетки является цифровая флюорография¹ [2, с. 63–65; 3, с. 109; 4, с. 209; 6, с. 83–84] — методика рентгенологического исследования, при которой теневое рентгенологическое изображение объекта фиксируется на ПЗС-матрице [3, с. 110; 5, с. 70; 7, с. 20]. Наиболее активно используются две методики цифровой флюорографии, различие между которыми заключается в способе прохождения рентгеновских лучей [3, с. 111]. В первой методике применяют коллимированные веерообразные пучки рентгеновского излучения с детектированием прошедшего излучения линейным детектором путем послойного поперечного сканирования грудной клетки. Данный способ позволяет использовать минимальные дозы излучения. Преимущество сканирующих систем

заключается в практическом отсутствии вредного влияния рассеянного излучения на качество изображения, а это, в свою очередь, приводит к снижению дозовой нагрузки на пациента. Недостатком является большее время получения изображения. Из-за длительного времени сканирования в отдельных исследованиях происходит деформация теней подвижных органов грудной клетки, в первую очередь теней сердца, аорты и купола диафрагмы. Особенно это становится актуальным при невозможности пациента задержать дыхание во время сканирования [2, с. 64–65]. Вторая методика заключается в применении ПЗС-матрицы вместо флюоресцирующего экрана. Преимущество данного вида заключается в минимальной трате времени на получения изображения, что позволяет получать качественные рентгенограммы у пациентов с дыхательной недостаточностью [1, с. 71; 2, с. 64–65]. Цифровая флюорография имеет ряд преимуществ перед традиционной флюорографией: стабильно высокое качество изображения (отсутствие брака) — повышает уровень диагностики, минимизирует процент «пропуска» патологии; выполнение оперативного анализа рентгенологического снимка — врач может приступить к анализу цифровой флюорограммы сразу после экспозиции; значительное снижение дозы облучения пациента при высоком качестве изображений; способность создавать цифровой архив, позволяющий с легкостью найти исследование за любой период и своевременно оценить динамическое течение заболевания; наличие выхода в интернет позволяет получать консультации других специалистов, не выходя из рентгенокабинета, тем самым ускорять постановку правильного диагноза и начинать своевременное лечение [2, с. 63; 5, с. 26; 8, с. 66]. Многие авторы считают, что цифровая технология обработки и передачи изображений — новый шаг к формированию рентгеновских отделений, однако при этом требуется определенная стандартизация программного обеспечения техники и плановая работа по переподготовке персонала рентгеновских отделений, поскольку цифровые технологии требуют от рентгенолаборантов и врачей новых знаний [2, с. 63; 9, с. 62; 10, 11, с. 20].

Авторы сходятся во мнении, что рентгенография остается основным, наиболее доступным первичным лучевым методом диагностики туберкулеза органов дыхания, за счет идеального соотношения цены и качества [1, с. 63–64; 4, с. 209; 5, с. 25]. В большинстве случаев пациентам выполняют рентгенологическое исследование органов грудной клетки в двух проекциях, что обеспечивает получение информации, достаточной для максимального сужения диапазона дифференциальной диагностики [4, с. 209; 10, с. 17].

Для уточнения данных флюорографии и рентгенографии, и более качественной диагностики туберкулеза, сохраняет свое значение линейная томография.

¹ Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). Туберкулез. <http://www.who.int> (дата обращения: 14.10.2020).

С помощью томографии удается установить характер легочной патологии, ее точную локализацию и протяженность, наличие или отсутствие деструктивных изменений в легочной ткани, взаимосвязь отдельных образований между собой и другими органами [2, с. 63–65; 3, с. 112]. Учитывая увеличение оснащения компьютерными томографами практического здравоохранения, линейная томография постепенно теряет свои позиции [2, с. 63–65; 3, с. 113; 8, с. 20]. Наличие современных цифровых рентгенологических аппаратов на три рабочих места, способных выполнять линейную томографию выбранной анатомической области (с возможностью проведения томосинтеза), выводят традиционную диагностику на новый качественный уровень [6, 12, 13; с. 59]. Томосинтез позволяет из массива суммарных рентгенологических данных, полученных при одном сканировании исследуемой зоны, при помощи заданной глубины и фиксированного расстояния между срезами, произвести оптимальную реконструкцию от одного до нескольких сотен срезов. Линейные томограммы, полученные методом томосинтеза, по качеству изображения приближаются к КТ. А учитывая, что фтизиатры и фтизиорентгенологи лучше интерпретируют традиционные линейные томограммы, на которых особенно хорошо визуализируются сосуды, бронхиальное дерево, костная структура и мочевыделительная система, а также учитывая уменьшение лучевой нагрузки по сравнению с МСКТ, метод томосинтеза скорее всего займет достойное место в арсенале врача рентгенолога для уточнения диагноза туберкулеза различных органов и систем [6, 12, 15, с. 39; 16, с. 70].

С внедрением цифровых технологий перед лучевой диагностикой открылся еще один путь развития, находящийся в самом начале своего становления. Разрабатываются новые системы на основе технологий искусственного интеллекта, предназначенные для помощи врачам при работе с рентгеновскими изображениями легких. При создании подобной системы применялись данные в открытом пользовании (Японское общество радиологических технологий; Национальный институт аллергии и инфекционных заболеваний, США; Национальные институты здоровья, США). Система проходила обучение на основе более 112 000 фронтальных рентгеновских снимках, $\frac{1}{3}$ части из которых содержали одну или более патологий, а остальные $\frac{2}{3}$ части не содержали никакой патологии. К рентгенограммам прилагалась информация о заболеваниях из 14 классов, таких как участки уплотнения, полный или частичный ателектаз, плевральный выпот, отек, эмфизема, пневмофиброз, кардиомегалия, грыжа пищеводного отверстия диафрагмы, инфильтраты, новообразования, очаги, утолщение плевры, воздух в плевральной полости. Ядро системы — совокупность из 10 нейросетей, созданных на основе программы «DenseNet-121» (Cornell University, Tsinghua

University, Facebook AI Research (FAIR)). Степень вероятности наличия указанных патологий, предсказанных каждой моделью в наборе, на рентгенограммах рассчитывается математическим методом. Разработана система, способная одновременно оценивать до 32 рентгеновских снимков легких в секунду, оставляя метки, соответствующие найденным патологиям. Так как процесс обучения еще не закончен, система показывает сопоставимую с человеком точность по большинству патологий, а по некоторым — превосходит, но остаются и те снимки, по которым система затрудняется дать ответ, а в тех случаях, когда участок вызывает подозрение система делает на них акцент [16, с. 62].

Быстрое развитие КТ позволяет говорить о новом этапе лучевой диагностики туберкулеза всех локализаций. Компьютерная томография стала фундаментальным методом лучевой диагностики заболеваний органов дыхания [17, с. 43; 18, с. 13]. Метод позволяет установить локализацию, протяженность, наличие осложнений туберкулезного процесса. Обработка КТ-изображений позволяет строить трехмерные реконструкции исследуемых структур, включая скрытые для классической рентгенологии зоны, позволяет оценивать состояние легочной паренхимы на уровне дольковых и внутримальковых структур, а самое важное — диагностировать полости распада, не различимые при обычном исследовании [20, с. 472; 21, с. 184; 11, с. 173]. Колоссальный вклад КТ привнесла и в анализ пораженных лимфатических узлов. Метод позволяет выявлять лимфатические узлы всех групп, не визуализируемых на рентгенограммах, определять их точную локализацию, величину и макроструктуру, позволяет производить дифференциацию между неизменными лимфатическими узлами и аденопатиями, оценивать их структуру, численность в одной группе и состояние перинодулярных тканей. При туберкулезе поражение лимфатических узлов может быть ограничено одной или несколькими группами. Наиболее полно просматривается весь объем лимфатических узлов при трехмерной реконструкции [19]. Весьма сложными, по-прежнему, остаются дифференциальная диагностика между туберкулезным и нетуберкулезным процессами, а также дифференциация лимфатических узлов от сосудов и других мягкотканых структур, выявления участков некроза в них [17]. Для этих целей используют КТ-ангиографию. Рентгенконтрастные препараты значительно повышают чувствительность и специфичность метода, что позволяет специалистам провести качественную дифференциальную диагностику. Внедрение КТ привело к изменению диагностического алгоритма и, по мнению многих авторов, в ближайшем будущем полностью заменит классический рентгенологический подход диагностики заболеваний органов грудной клетки [3, 4, с. 113; 16, с. 198; 17, с. 43; 18, с. 13, 20, 22].

Низкодозная компьютерная томография (НДКТ) — еще один эффективный и перспективный метод исследования. Как правило, пациента направляют на компьютерную томографию после того, как обнаружили отклонения при флюорографии. В этом случае КТ-исследование проводится по стандартным протоколам в режимах, рекомендованных производителем томографа. Стандартный протокол нацелен на то, чтобы увидеть все патологические изменения и ответить на все вопросы врача. Соответственно лучевая нагрузка при этом выше, чем требуется для исследований в профилактических целях. При отсутствии тревожных симптомов необходимо использовать другой метод, подходящий для скрининга. Им является низкодозная компьютерная томография. В сравнении с обычной МСКТ, НДКТ позволяет получить достаточно качественное изображение при малой лучевой нагрузке, и поэтому эта методика во многих странах используется для скрининга рака легкого, но на государственном уровне закреплена только в США [6, с. 78; 11, с. 20; 22, с. 643].

Реже для выявления туберкулеза применяются радионуклидные методы диагностики [3, с. 115; 4, с. 208]. Для определения функционального состояния легких во фтизиатрии и пульмонологии применяется комплексная пневмосцинтиграфия. Она состоит из динамической скintiграфии, включающей исследование с газообразным и водным раствором ^{133}Xe , а также статической скintiграфии, включающей исследование регионарного кровотока легких и основанное на микроэмболизации капилляров макроагрегированными частицами человеческой сыворотки, меченных $^{99\text{m}}\text{Tc}$ [23]. Этот метод позволяет детально изучить функциональное состояние регионарного кровотока и вентиляции легких у больных с различной легочной патологией. Однако возможности и показания к их применению при различных формах туберкулеза недостаточно разработаны. Не определена роль перфузионной скintiграфии для оценки операбельности и прогноза при хирургическом лечении туберкулеза легких. К недостаткам следует отнести высокую стоимость радиофармпрепаратов, трудности их получения, узкий диапазон показаний к их применению, что в совокупности и определяет редкое использование данного метода. Тем не менее, поиск ответов на вопросы, связанных с показаниями для радионуклидных исследований при легочном и внелегочном туберкулезе, определения роли радионуклидных исследований в комплексной оценке операбельности больных туберкулезом легких приводит к возрастанию интереса к данному методу диагностики.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) — один из возможных методов оценки плевральной полости, ряд авторов утверждают, что по специфичности и точности ряда заболеваний превосходит не только классическую рентгенодиагностику, но и КТ [25; с. 38–45]. Оно дает информацию о состоянии плев-

ры, плевральной полости, субплевральных отделах легочной ткани, диафрагмы, синусов, не подвергая пациента ионизирующему излучению. Таким образом, УЗИ применяется как дополнительный метод диагностики патологии органов грудной полости, а в ряде случаев как основной. В период пандемии COVID-19 данным методом можно контролировать течение пневмонии, в частности и пациентам, находящимся на ИВЛ, а в дальнейшем наработанные методики можно будет использовать и для динамического наблюдения больных туберкулезом легких [26, с. 56]. Однако на данный момент в Российской Федерации место УЗИ в диагностике патологии легких остается не до конца определенным, так как в клинических рекомендациях этот метод не рассматривается в диагностическом алгоритме, но в ближайшем будущем статус УЗИ, как метода диагностики возможно будет пересмотрен [25].

МРТ рядом авторов рассматривается как альтернатива КТ при исследовании бронхолегочной системы [27, с. 217; 28, с. 1219; 29, с. 940]. При отсутствии патологических изменений в легочной ткани МРТ малоэффективна, поэтому данный метод большинством специалистов не использовался для диагностики заболеваний легких. Применять МРТ для диагностики заболеваний в пульмонологии и торакальной радиологии одним из первых в России стали П. М. Котляров и его коллеги (1999). Метод существенно дополнял данные КТ и позволял сократить список заболеваний для дифференциальной диагностики воспалительных, опухолевых, жидкостно-содержащих процессов, патологии лимфатической системы. Патологические изменения, приводящие к увеличению плотности ткани (плюс-патология), визуализируются на магнитно-резонансных томограммах с высокой диагностической точностью в виде гиперинтенсивного МР-сигнала на фоне гипоинтенсивной легочной ткани в режиме T2-ВИ. В режиме T1-ВИ при применении контрастного вещества облегчается поиск очаговых образований, отлично визуализируемых на фоне гипоинтенсивного сигнала, а по характеру распространения контрастного вещества дает возможность предположить его генез. МРТ является полезным дополнительным методом с точки зрения дифференциации туберкулемы с преимущественно казеозным распадом от злокачественной опухоли. Результаты МРТ пациентов с туберкулезом хорошо коррелировали с данными патологоанатомических изменений. Согласно данным анализа последних работ показано, что МРТ является важным дополнительным методом уточнения природы очаговых поражений легкого [18, с. 33; 19, с. 33; 28, с. 1219].

Важнейшим преимуществом данного метода является отсутствие ионизирующего излучения, что позволяет проводить исследование без вреда здоровью необходимое количество раз, оценивать эффективность лечения, что особенно важно при обследо-

нии детей и беременных. По мнению С. Н. Уооп и соавт. (2016), значимую разницу качества изображений с изменениями в легких на аппаратах с напряженностью магнитного поля 3 Т и 1,5 Т томографах не выявили [29, с. 940]. При использовании постпроцессорной обработки с подавлением двигательных артефактов изображения, полученных на томографах 3 Т, качество изображений повысится. На томографах с магнитным полем 0,2–0,5 Т чувствительность намного ниже и для выявления очаговых изменений применять не рекомендуется. Развитие технологии, а также спрос визуализации легочной ткани на МРТ, привели к появлению новых режимов визуализации патологии легких, улучшающих дифференциальную диагностику. Одним из таких режимов является диффузионно-взвешенная МРТ, где изображение определяется регистрацией изменения скорости движения молекул воды в патологических тканях. Измеряемый коэффициент диффузии (ИКД) является количественной характеристикой диффузии в ткани и рассчитывается по диффузионно-взвешенным изображениям, позволяя дифференцировать нормальные и патологические ткани. Дополнительные данные о патологии можно получить при оценке интенсивности МР-сигнала ДВИ — гиперинтенсивный сигнал выявляемых изменений в секвенциях с высоким b-фактором и низкоинтенсивный сигнал на ИКД-построениях с высокой долей вероятности указывают на злокачественность изменений [18, с. 33; 19, с. 33; 28, с. 1219].

Еще одной из новых последовательностей МРТ является МР-динамическое контрастное усиление (МР-ДКУ), получаемое посредством серии снимков, которые позволяют количественно оценить параметры кровотока в выбранных зонах интереса. Интенсивность усиления сигнала связана с сосудистой плотностью ткани и скоростью кровотока [27, с. 217–223; 29, с. 940]. Использование различных МР-последовательностей, ДВИ, МР-ДКУ позволяет с высокой степенью вероятности провести дифференциальную диагностику рака легкого и неонкологических процессов, распознать вторичное поражение органа. J. Vinghi и соавт. (2016) исследовали возможности МРТ в плане дифференциальной диагностики рака легкого с его возникновением на фоне туберкуломы [28, с. 1219; 30, с. 29].

Последние исследования в области оценки результатов МР-ДКУ позволили выявить ряд определенных

типичных вариантов фазового распределения парамагнетика в сосудистом русле изучаемых объектов. Так, быстрое (пикообразное) повышение МР-сигнала после введения контрастного препарата в зоне патологических изменений в артериальную фазу с последующим плато или быстрым сбросом (эффект вымывания) указывают на высокую вероятность его злокачественности. Наоборот, пневмонии и очаги воспаления имеют тенденцию к быстрому в той или иной степени увеличению и постепенному уменьшению сигнала после достижения максимума, который, в свою очередь, зависит от стадии процесса, но, в большинстве случаев, не превышает нормальные значения более чем в 2 раза. При проведении МР-ДКУ для легочных образований показана высокая диагностическая эффективность метода. Таким образом, по результатам анализа литературы показано, что данные МРТ существенно дополняют КТ-картину при диагностике и мониторинге различных заболеваний легких, выявляя дополнительные данные о природе очаговых процессов, что позволяет контролировать эффективность лечения. Дальнейшее совершенствование МР-технологий и методик исследования, накопление материала о МРТ заболеваний легких, несомненно, расширят показания к использованию метода в пульмонологических, фтизиатрических и торакальных отделениях [31, с. 34].

На сегодняшний день имеется широкий арсенал методов лучевой диагностики туберкулеза легких, который позволяет достигать наилучшего результата, в частности выявлять туберкулез на ранних стадиях заболевания, осуществлять подбор адекватной химиотерапии, планировать тактику оперативного вмешательства, сводя осложнения к минимуму, а также осуществлять качественную дифференциальную диагностику с другой легочной патологией. В настоящее время для выявления туберкулеза легких у взрослого населения первоочередным методом остается цифровая флюорография. Для получения более глубокой и детальной информации целесообразно проведение компьютерной томографии. Для выявления и оценки степени распространенности плеврального выпота возможно проведение ультразвукового исследования. В ряде случаев для дифференциальной диагностики и оценки динамики патологического процесса применяют магнитно-резонансную томографию и различные методики радионуклидного исследования.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Гельберг И.С., Лещук Т.Ю. Целесообразность проведения периодических рентгенообследований населения в современный период // *Туберкулез и болезни легких*. 2019. Т. 97, № 5. с. 70–71. [Gelberg I.S., Leschuk T.Yu. The Expediency of periodic X-ray examinations of the population in the modern period. *Tuberculosis and lung diseases*. 2019. Vol. 97, No. 5, pp. 70–71. (In Russ.)]. doi: 10.21292/2075-1230-2019-97-5-70-71.
2. Аббасова Г.А. Современная лучевая диагностика туберкулеза // *Студенческий вестник*. 2019. № 27–11. С. 63–65. [Abbasova G.A. Modern radiation diagnosis of tuberculosis. *Student Bulletin*, 2019, No. 27–11, pp. 63–65 (In Russ.)].
3. Мишин В.Ю., Завражнов С.П., Митронин А.В., Мишина А.В. Фтизиатрия: учебник. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. [Mishin V.Yu., Zavrazhnov S.P., Mitronin A.V., Mishina A.V. *Phthisiology: textbook-3rd ed., reprint, and additional*. Moscow: Publishing house GEOTAR-Media, 2020, pp. 109–118 (In Russ.)].
4. Перельман М.И. *Фтизиатрия. Национальное руководство* / под ред. М. И. Перельмана. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 512 с. (Серия «Национальные руководства»). с. 196–216 [Perelman M.I. *Phthisiology. National Leadership* / edited by M. I. Perelman. Moscow: Publishing house GEOTAR-Media, 2007, 512 p. (National Guidelines Series), pp. 196–216 (In Russ.)].

5. Яблонский П.К. *Фтизиатрия. Национальные клинические рекомендации* / под ред. П. К. Яблонского. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. 240 с. С. 25–26. [Yablonsky P.K. *Phthisiology. National clinical guidelines* / edited by P. K. Yablonsky. Moscow: Publishing house GEOTAR-Media, 2016, 240 p.; pp. 25–26 (In Russ.).]
6. Yeon-JooYim, Kyungsoo Lee, Jae-JoonYim. Diagnosis of pulmonary tuberculosis: the Korean perspective // *Precis Future Med.* 2017. Vol. 1, No. 2. P. 77–87. doi: 10.23838/pfm.2017.00114.
7. Singer-Leshinsky S. Pulmonary tuberculosis: Improving diagnosis and management // *Journal of the American Academy of PAs.* 2016. Vol. 29, No. 2. P. 20–25. doi: 10.1097/01.JAA.0000476207.96819.a7.
8. Morguette A.E.B., Pierone B.C., Pereira C.A., Ortiz-Silva M., Vendruscolo J.W., da Silva S.S., Costa I.N., Marinello P.C., Watanabe M.A.E., da Rocha S.P.D. Methods for Diagnosis of Human Pulmonary Tuberculosis (Mini-Review) // *Applied Clinical Research, Clinical Trials and Regulatory Affairs.* 2016. Vol. 3, No. 2. P. 66–70. doi: 10.2174/2213476X03666160525144455.
9. Казимирова Н.Е., Артемьев А.М., Аморова З.Р., Златорев А.М. Проблемы диагностики туберкулеза у пациентов с разной коморбидностью // *Туберкулез и болезни легких.* 2019. Т. 97, № 6. С. 61–62 [Kazimirova N.E., Artemyev A.M., Amirova Z.R., Zlatorev A.M. Problems of tuberculosis diagnosis in patients with different comorbidity. *Tuberculosis and lung diseases*, 2019, Vol. 97, No. 6, pp. 61–62. doi: 10.21292/2075-1230-2019-97-6-61-62 (In Russ.).]
10. Овсянкина Е.С., Панова Л.В., Полукткова Ф.А., Хитева А.Ю., Вицелли Е.А. Актуальные проблемы туберкулеза у подростков из очагов туберкулезной инфекции // *Туберкулез и болезни легких.* 2018. Т. 96, № 6. С. 17–20. [Ovsyankina E.S., Panova L.V., Poluektova F.A., Hiteva A.Yu., Vichelli E.A. Actual problems of tuberculosis in adolescents from foci of tuberculosis infection. *Tuberculosis and lung diseases*, 2018, Vol. 96, No. 6, pp. 17–20 (In Russ.).] doi: 10.21292/2075-1230-2018-96-6-17-20.
11. Singer-Leshinsky S. Pulmonary tuberculosis: Improving diagnosis and management // *Journal of the American Academy of PAs.* 2016. Vol. 29, No. 2. P. 20–25. doi: 10.1097/01.JAA.0000476207.96819.a7.
12. Васильев А.Ю. *Томосинтез.* М.: ИКАР, 2020. 224 с. [Vasiliev A.Yu. *Tomosynthesis.* Moscow: Publishing house ICARUS, 2020, 224 p. (In Russ.).]
13. Нецаев В.А., Васильев Ю.Ю. Возможности томосинтеза в диагностике заболеваний и травм органов грудной клетки // *Современные технологии в медицине.* 2016. Т. 8, № 2. С. 59–65 [Nechaev V.A., Vasiliev Yu.Yu. The possibilities of tomosynthesis in the diagnosis of diseases and injuries of the chest. *Modern technologies in medicine.* 2016. Vol. 8, No. 2. pp. 59–65. doi: 10.17691/stm2016.8.2.08 (In Russ.).]
14. Yeon-JooYim, Kyungsoo Lee, Jae-JoonYim. Diagnosis of pulmonary tuberculosis: the Korean perspective // *Precis Future Med.* 2017. Vol. 1, No. 2. P. 77–87. doi: 10.23838/pfm.2017.00114.
15. Агафонов А.О., Амосов В.И., Золотницкая В.П. Эффективность применения мультиспиральной компьютерной томографии и однофотонной эмиссионной компьютерной томографии с ^{99m}Tc-МАО и цитратом Ga-67 в оценке распространенности рака легкого при определении тактики оперативного вмешательства // *Регионарное кровообращение и микроциркуляция.* 2019. Т. 18, № 1. С. 39–47 [Agaonov A.O., Amosov V.I., Zolotnitskaya V.P. The effectiveness of multispiral computed tomography and single-photon emission computed tomography with ^{99m}Tc-MAA and Ga-67 citrate in assessing the prevalence of lung cancer in determining the tactics of surgical intervention. *Regional blood circulation and microcirculation*, 2019, Vol. 18, No. 1, pp. 39–47 (In Russ.).] doi: 10.24884/1682-6655-2019-18-1-39-47.
16. Падалько М.А., Наумов А.М., Назариков С.И., Лушников А.А. Применение технологий искусственного интеллекта для диагностики туберкулеза и онкологических заболеваний // *Туберкулез и болезни легких.* 2019. Т. 97, № 11. С. 62 [Padalko M.A., Naumov A.M., Nazarikov S.I., Lushnikov A.A. Application of artificial intelligence technologies for the diagnosis of tuberculosis and oncological diseases. *Tuberculosis and lung diseases*, 2019, Vol. 97, No. 11, pp. 62 (In Russ.).] doi: 10.21292/2075-1230-2019-97-11-62-62.
17. Тюрин И.Е. Лучевая диагностика в Российской Федерации // *Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия.* 2018. Т. 1, № 4. С. 43–51 [Tyurin I.E. Radiation diagnostics in the Russian Federation. *Oncological Journal: radiation diagnostics, radiation therapy*, 2018, Vol. 1, No. 4, pp. 43–51 (In Russ.).] doi: 10.37174/2587-7593-2018-1-4-43-51.
18. Тюрин И.Е. Рентгенодиагностика тяжелой пневмонии и гриппа // *Лучевая диагностика и терапия.* 2016. № 1. С. 13–16 [Tyurin I.E. X-ray diagnostics of severe pneumonia and influenza. *Diagnostic radiology and radiotherapy*, 2016, No. 1, pp. 13–16 (In Russ.).] doi: 10.22328/2079-5343-2016-1-13-16.
19. Котляров П.М. Постпроцессинговая обработка данных мультиспиральной компьютерной томографии в уточненной диагностике патологических изменений при диффузных заболеваниях легких // *Пульмонология.* 2017. Т. 27, № 4. С. 472–477 [Kotlyarov P. M. Postprocessing processing of multispiral computed tomography data in the refined diagnosis of pathological changes in diffuse lung diseases. *Pulmonology*, 2017, Vol. 27, No. 4, pp. 472–477 (In Russ.).] doi: 10.18093/0869-0189-2017-27-4-472-477.
20. Тюрин И.Е. *Компьютерная томография органов грудной полости.* СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2003. С. 194–224 [Tyurin I.E. *Computed tomography of the thoracic cavity organs.* St. Petersburg: Publishing house JelBI-Spb, 2003, pp. 194–224 (In Russ.).]
21. Jagger A., Reiter-karam S., Hamadab Y., Getahun H. National policies on the management of latent tuberculosis infection: review of 98 countries // *Bull World Health Organ.* 2018. Vol. 96. P. 173–184. doi: 10.2471/BLT.17.199414.
22. Raghu V.K., Zhao W., Pu J. et al. Feasibility of lung cancer prediction from low-dose CT scan and smoking factors using causal models // *Thorax.* 2019. Vol. 74. P. 643–649.
23. Morguette A.E.B., Pierone B.C., Pereira C.A., Ortiz-Silva M., Vendruscolo J.W., da Silva S.S., Costa I.N., Marinello P.C., Watanabe M.A.E., da Rocha S.P.D. Methods for Diagnosis of Human Pulmonary Tuberculosis (Mini-Review) // *Applied Clinical Research, Clinical Trials and Regulatory Affairs.* 2016. Vol. 3, No. 2, pp. 66–70. doi: 10.2174/2213476X03666160525144455.
24. Лишманов Ю.Б. *Национальное руководство по радионуклидной диагностике.* Т. 1. Томск: STT, 2010. 686 с. [Lishmanov Yu.B. *National guidelines for radionuclide diagnostics.* Vol. 1. Tomsk. STT, 2010, 686 p. (In Russ.).] ISBN: 978-5-93629-387-0.
25. Петров А.А., Сафарова А.Ф., Рачина С.А., Кобалава Ж.Д., Сафарова Н.Б., Тесаков И.П., Лукина О.И., Зоря О.Т., Ежова Л.Г. Ультразвуковое исследование легких: методика и роль в диагностике внутрибольничной пневмонии // *Практическая пульмонология.* 2018. № 3. С. 38–45. [Petrov A.A., Safarova A.F., Rachina S.A., Kobov J.D., Safarova N.B., Tesakov I.P.L., Lukina O.I., Zorea O.T., Yezhova L.G. Ultrasound examination of the lungs: methodology and role in the diagnosis of nosocomial pneumonia. *Practical Pulmonology*, 2018, No. 3, pp. 38–45 (In Russ.).]
26. Сафарова А.Ф., Кобалава Ж.Д., Рачина С.А. и др. Роль в возможности ультразвукового исследования легких у пациентов коронавирусной пневмонией // *Клиническая фармакология и терапия.* 2020. Т. 29, № 2. С. 52–56. [Safarova A.F., Kobalava J.D., Rachina S.A. et al. The role and possibilities of ultrasound examination of the lungs in patients with coronavirus pneumonia. *Clinical pharmacology and therapy*, 2020, Vol. 29, No. 2, pp. 52–56 (In Russ.).]
27. Котляров П.М., Лагуева И.Д., Сергеев Н.И., Солодкин В.А. Магнитно-резонансная томография в диагностике заболеваний легких // *Пульмонология.* 2018. Т. 28, № 2. С. 217–223. [Kotlyarov P.M., Lagkueva I.D., Sergeev N.I., Solodky V.A. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of lung diseases. *Pulmonology*, 2018, Vol. 28, No. 2, pp. 217–223 (In Russ.).] doi: 10.18093/0869-0189-2018-28-2-217-223.
28. Binghu J., Huaqun L., Dan Z. Diagnostic and clinical utility of dynamic contrast-enhanced MR imaging in indeterminate pulmonary nodules: a meta-analysis // *Clin. Imaging.* 2016. Vol. 40, No. 6. P. 1219–1225. doi: 10.1016/j.clinimag.2016.08.017.
29. Yoon S.H., Park C.M., Park S.J. et al. Tumor heterogeneity in lung cancer: assessment with dynamic contrast-enhanced MR imaging // *Radiology.* 2016. Vol. 280, No. 3. P. 940–948. doi: 10.1148/radiol.2016151367.
30. Сударкина А.В., Дергилев А.П., Горбунов Н.А., Козлов В.В., Сметаникова Ю.А. Возможности применения диффузионно-взвешенных изображений в торакальной радиологии // *Мат-ль В съезда специалистов по лучевой диагностике и лучевой терапии Сибирского федерального округа* / под ред. П. В. Селиверстова. Иркутск: ИНЦХТ, 2018. 33 с. [Sudarkina A.V., Dergilev A.P., Gorbunov N.A., Kozlov V.V., Smetannikova Yu.A. Possibilities of application of diffusion-weighted images in thoracic radiology. *Materials of the V Congress of Specialists in Radiation Diagnostics and Radiation Therapy of the Siberian Federal District*; edited by P. V. Seliverstov. Irkutsk: Publishing house INCNT, 2018, 33 p. (In Russ.).]
31. Сударкина А.В., Дергилев А.П., Горбунов Н.А., Козлов В.В., Фокина Ю.А., Климова И.П., Ягубкин П.А. Возможности диффузионно-взвешенных изображений в дифференциальной диагностике злокачественной и доброкачественной медиастинальной лимфаденопатии // *Сибирский онкологический журнал.* 2020. Т. 19, № 4. С. 33–40 [Sudarkina A.V., Dergilev A.P., Gorbunov N.A., Kozlov V.V., Fokina Yu.A., Klimova I.P., Yagubkin P.A. The possibilities of diffusion-weighted images in the differential diagnosis of malignant and benign mediastinal lymphadenopathy. *Siberian Journal of Oncology*, 2020, Vol. 19, No. 4, pp. 33–40 (In Russ.).] doi: 10.21294/1814-4861-2020-19-4-33-40.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 12.12.2021 г.

Вклад авторов:

Вклад в концепцию и план исследования — Ю. А. Чаадаева, Н. А. Горбунов. Вклад в сбор данных — Ю. А. Чаадаева, Н. А. Горбунов. Вклад в анализ данных и выводы — Ю. А. Чаадаева, Н. А. Горбунов, А. П. Дергилев, Я. Л. Манакова. Вклад в подготовку рукописи — Ю. А. Чаадаева, Н. А. Горбунов, А. П. Дергилев.

Сведения об авторах:

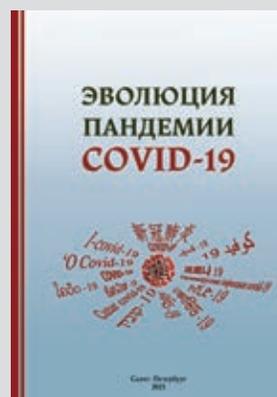
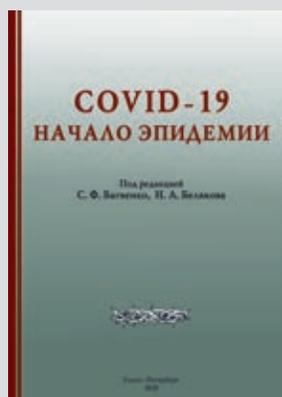
Чаадаева Юлия Александровна — заведующий рентгенологическим отделением государственного бюджетного учреждения здравоохранения Новосибирской области «Государственная областная Новосибирская клиническая туберкулезная больница», филиал Туберкулезная больница № 2; 630136, Сибирский федеральный округ, Новосибирская обл., г. Новосибирск, Петропавловская, д. 8; e-mail: Juli_2@mail.ru; ORCID 0000-0003-3736-015X;

Горбунов Николай Алексеевич — доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры лучевой диагностики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 630091, Сибирский федеральный округ, Новосибирская обл., г. Новосибирск, Красный пр., д. 52; e-mail: n_gorbunov@inbox.ru; ORCID 0000-0003-4799-6338; SPIN-код 9995-1221;

Дергилев Александр Петрович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 630091, Сибирский федеральный округ, Новосибирская обл., г. Новосибирск, Красный пр., д. 52; e-mail: a.dergilev@mail.ru; ORCID 0000-0002-8637-4083; SPIN-код 5768-5293;

Манакова Яна Леонидовна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 630091, Сибирский федеральный округ, Новосибирская обл., г. Новосибирск, Красный пр., д. 52; e-mail: ymanakova@mail.ru; ORCID 0000-0001-6247-4533; Author ID: 377185.

Библиотека журнала «ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии». НОВИНКИ 2020–2021



Монографии подготовлены в виде избранных лекций по отдельным направлениям как информационно-аналитическое издание для непрерывного медицинского образования с использованием первого клинического опыта. На основании анализа публикаций ведущих клиник и лабораторий, работающих в области изучения новой коронавирусной инфекции COVID-19, освещены природа вируса, патогенез и клинические проявления заболевания. Дан анализ применяемых методов лечения и профилактики. Введены элементы анализа течения инфекции в различных регионах и странах мира, представлено осмысление авторами эпидемического процесса и организации помощи больным. В ряду диагностических методов описаны применяемые клинические, лабораторные и инструментальные, включая молекулярно-биологические, биохимические, радиологические исследования возможных изменений. Уделено особое внимание иммунной системе и органам пищеварения при COVID-19. Издания подготовлены для врачей и клинических ординаторов различного профиля, работающих в период развития эпидемии коронавирусной инфекции, аспирантов и студентов медицинских вузов.

**Приобрести книги можно
на сайте издательства <https://www.bmoc-spb.ru/>**