

# Компьютерно-томографическая семиотика, объем поражения легких и морфологические сопоставления у больных пневмонией (COVID-19) тяжелой и крайне тяжелой степени

В. В. Паршин\*,<sup>1</sup>, Э. Э. Бережная<sup>1</sup>, М. В. Кецкало<sup>1</sup>, Д. А. Лежнев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница № 52 Департамента здравоохранения города Москвы»

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России

## The Computer-Tomographic Semiotics, Volume of Lung Damage and Morphological Comparisons in Patients with Severe and Extremely Severe Coronavirus Pneumonia (COVID-19)

V. V. Parshin\*,<sup>1</sup>, E. E. Berezhnaia<sup>1</sup>, M. V. Ketskalo<sup>1</sup>, D. A. Lezhnev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> City Clinical Hospital No. 52, Moscow Healthcare Department

<sup>2</sup> Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia

### Реферат

Ретроспективно проанализированы данные КТ грудной клетки, выполненной на мультисрезовом аппарате за 1–2 дня до смерти, 63 умерших пациентов обоего пола в возрасте от 27 до 96 лет с пневмонией COVID-19 (новая коронавирусная инфекция), тяжелой и крайне тяжелой степени. Всем больным выполнена аутопсия с гистологическим исследованием. У 14 умерших прицельно взят материал для КТ и гистологических сопоставлений. Среднее гендерное распределение по возрасту —  $68,5 \pm 17,8$  лет, мужчин — 40 (63,5 %), женщин — 23 (36,5 %). Выявлено 15 рентгенологиче-

\* Паршин Василий Владимирович, врач-рентгенолог, заведующий рентгеновским отделением ГБУЗ «Городская клиническая больница № 52» Департамента здравоохранения города Москвы.

Адрес: 123182 г. Москва, ул. Пехотная д. 3

Тел.: +7 926-565-15-67 Электронная почта: vasilii\_parshin@mail.ru

ORCID: 0000-0003-3783-3412

Parshin Vasily Vladimirovich, Radiologist, Head of radiology department of the City Clinical Hospital № 52, Moscow Healthcare Department.

Address: 3, Pehotnaya str., Moscow, 123182, Russia.

Phonenumber: +7 926-565-15-67. E-mail: vasilii\_parshin@mail.ru

ORCID: 0000-0003-3783-3412

ских признаков пневмонии, обусловленной COVID-19. «Матовое стекло», «булыжная мостовая» и «консолидация» наблюдались в 100 %. Частота остальных признаков колебалась от 1,6 до 95,2 %. Средний объем поражения легких составил  $56,63 \pm 19,17$  % с диапазоном от 12 до 90 %. По КТ-шкале объем поражения колебался, КТ1 — 7,9 %, КТ2 — 36,5 %, КТ3 — 41,3 %, КТ4 — 14,3 %. Преобладали лица (55,6 %) с объемом поражения более 50 %. Оба легких вовлекались в воспалительный процесс в 100 %, нижние доли легких поражались в 100 %, средние — в 80 %, верхние — в 43 %. Периферические и задние отделы вовлекались в поражение чаще центральных и передних. В возрастной группе до 65 лет объем поражения легких был достоверно большим, по сравнению с больными старше 65 лет. Необходимость в проведении искусственной вентиляции легких оказалась достоверно большей при объеме поражения легких более 50 %, остальные клинические факторы не имели достоверной значимости. Летальный исход среди больных с коронавирусной пневмонией наступал как при незначительном, так и при обширном объеме поражения. Гистологические исследования легочной ткани указывали на наличие диффузного альвеолярного повреждения с развитием экссудативной, экссудативно-пролиферативной или пролиферативной фазы.

**Ключевые слова:** пневмония, COVID-19 (тяжелая и крайне тяжелая степень), компьютерно-томографическая семиотика, объем поражения легких, локализация в легких, клинические, рентгенологические и морфологические сопоставления.

## Abstract

We retrospectively analyzed the chest CT data performed on a multislice CT 1–2 days before death; 63 deceased patients of both sexes aged 27 to 96 with COVID-19-induced severe and extremely severe pneumonia. All patients underwent autopsy with a histological examination. Material for CT and histological comparisons was taken from 14 deceased patients. The average gender distribution by age is  $68,5 \pm 17,8$ , for men the average age is 40 (63,5 %), for women — 23 (36,5 %). We identified 15 X-ray semiotic signs of COVID-19-induced pneumonia. «Frosted glass» syndrome, «cobblestone» syndrome and «consolidation» were observed in 100 % cases. The frequency of other signs ranged from 1,6 % to 95,2 %. The average volume of lung damage was  $56,63 \pm 19,17$  with a range from 12 to 90 %. According to the CT scale, the volume of damage fluctuated: CT1 — 7,9 %, CT2 — 36,5 %, CT3 — 41,3 %, CT4 — 14,3 %. The number of patients (55,6 %) with more than 50 % lung damage prevailed. Both lungs were involved in the inflammatory process in 100 % cases, the lower lobes were affected by 100 %, the middle lobes were affected by 80 %, and the upper ones by 43 %. The peripheral and posterior parts were damaged more often than the central and anterior ones. In the age group of patients up to 65, the volume of lung damage was much more significant than in patients over 65. The need for mechanical ventilation was significantly greater in case the volume of lung damage was more than 50 %, other clinical factors did not have significant importance. The lethal outcome among patients with coronavirus pneumonia occurred with both insignificant and extensive lesions. Histological studies of the lung tissue indicated the presence of diffuse alveolar damage with the development of an exudative, exudative-proliferative or proliferative phase.

**Key words:** Pneumonia, COVID-19, Severe and Extremely Severe, Computer-Tomographic Semiotics, Volume of Lung Damage, Localization in the Lungs, Clinical, Radiological and Morphological Comparisons.

## Актуальность

Пневмония COVID-19 появилась в Российской Федерации сравнительно недавно, в связи с чем количество исследующих научных материалов по диагностике данного заболевания при

помощи КТ ограничено [1–3]. Тем не менее в 2020 г. опубликованы согласительные методические рекомендации по данному вопросу, в которых обозначена необходимость оценки большой груп-

пы рентгенологических признаков — «матового стекла», «булыжной мостовой», обратного «ореола» и др., а также учет объема легких, вовлеченного в воспалительный процесс[4]. Объем поражения по данным КТ рекомендуют оценивать по шкале, где КТ1 поражение достигало < 25 % объема легких, КТ2 — 25–50 % объема, КТ3 — от 51 до 75 % объема, КТ4 > 75 % объема. Аналогичные шкалы с незначительными модификациями предложены еще целым рядом авторов [3].

Несколько позднее появились отечественные [5, 6] и зарубежные [7–15] публикации основанные на собственных исследованиях, в которых отмечается высокая информативность КТ в диагностике пневмонии, приводятся рентгенологические признаки заболевания и особо подчеркивается необходимость в объективной оценке объема поражения, локализации изменений в легких, количеству вовлеченных долей и т. д. Однако во всех этих работах семиотические признаки и объем поражения не рассматриваются с точки зрения корреляции данных между сроками выполнения КТ исследования легких и датой наступления летального исхода.

По распоряжению Департамента здравоохранения г. Москвы клиническая больница № 52 была перепрофилирована для работы в условиях пандемии с больными коронавирусной пневмонией. Эффективная организационная работа позволила сконцентрировать в одном медицинском учреждении большую группу пациентов и вести их по единым диагностическим и лечебным протоколам. Число госпитализированных больных к октябрю 2020 г. достигло более 12 тыс. человек. На диагностическом этапе и в рамках контроля проводимого лечения практически всем пациентам

выполнялась КТ органов грудной клетки, при наступлении летального исхода проводилась аутопсия, что позволило получить обширные клинические, рентгенологические (КТ) и патологоанатомические данные.

**Цель:** оценить компьютерно-томографическую семиотику, объем поражения легких и провести морфологические сопоставления у больных с пневмонией (COVID-19) тяжелой и крайне тяжелой степени, наблюдаемые за 1–2 дня до летального исхода.

## Материалы и методы

Осуществлен ретроспективный анализ клинико-диагностических и патологоанатомических данных 63 больных обоего пола с пневмонией (COVID-19), тяжелой и крайне тяжелой степени.

Среднее гендерное распределение по возрасту составило —  $68,5 \pm 17,8$  года, диапазон от 27 до 96 лет. Количество мужчин составило 40 (63,5 %), женщин — 23 (36,5 %). Для мужчин средний возраст —  $63,3 \pm 18,5$  года, диапазон от 27 до 94 лет. Для женщин средний возраст  $77,5 \pm 12,5$  года, диапазон от 38 до 96 лет. Дыхательная недостаточность 1-й степени установлена в 1,6 % (1/63) больных, 2-й степени в 63,5 % (40/63), 3-й степени — 35,9 % (22/63). Дистресс-синдром констатирован в 12 % (8/63). Трахеостома наложена в 17,5 % (11/63). Искусственная вентиляция легких (ИВЛ) проводилась в 57,1 % (36/63). Полимеразная цепная реакция (ПЦР-тестирование) оказалась положительной в 49,2 % (31/63). Среднее время нахождения больных в условиях реанимации —  $8 \pm 7,1$  дня и колебалось от 1 до 31 дня.

Лечебные мероприятия выполнялись в условиях реанимационных от-

делений. Аутопсия выполнена в патологоанатомическом отделении всем умершим, у 14 умерших прицельно взят материал для КТ и гистологических сопоставлений.

**Критерии включения** — наличие КТ грудной клетки за 1–2 дня до летального исхода, патологоанатомическое исследование легких, гистологическое подтверждение наличия новой коронавирусной инфекции, вызванной SARS-CoV-2.

**Критерии исключения** — отек головного мозга, тромбоэмболия легочной артерии, рак легкого, бактериальная пневмония.

### **Методика КТ и патоморфологических сопоставлений**

Компьютерная томография органов грудной клетки проведена на мультисрезовом компьютерном томографе Toshiba (Япония) с реконструкцией изображений, шагом 1 мм. Укладка предусматривала положение больного лежа на спине с поднятыми руками. Процедура не превышала 20 с. Контрастное усиление не применяли. КТ-данные анализировали на рабочей станции визуально и с использованием программы MultiVox. Последняя технология являлась вспомогательной. Она позволяла количественно оценить группу критериев: суммарный объем поражения обеих легких, правого, левого легкого отдельно, объем пораженной ткани за счет 3 отдельных признаков — «матового стекла», «буллыжной мостовой» и «консолидатов». Показатели имели количественное и процентное выражение.

После изучения МСКТ легких 63 пациентов с диагнозом COVID-19 были выделены измененные участки легких

на МСКТ для морфологического исследования с последующим сопоставлением их с изменениями на МСКТ. На аутопсийном исследовании легкие извлекались из плевральной полости в комплексе с легочной артерией и бифуркацией трахеи. Для фиксации легких в просвет легочной артерии под давлением вводился раствор 10 %-ного нейтрального формалина, затем разделялось правое и левое легкое. Далее производились фронтальные срезы правого и левого легкого толщиной от 1 до 1,5 см. Измененные участки легких, выделенные на МСКТ, фотографировались и фиксировались далее на 1–2 дня в растворе 10 %-ного нейтрального формалина. После фиксации измененные участки легких на КТ фотографировались повторно, из них вырезалось от 2 до 5 кусочков размерами от  $1 \times 1 \times 0,5$  до  $2 \times 1 \times 0,5$  см в зависимости от патологических изменений на МСКТ. После чего кусочки были помещены в гистологические кассеты с последующей фиксацией их в 10 %-ном растворе нейтрального формалина. Затем, после фиксации, кусочки заливали в парафин и обрабатывали по стандартной методике с окраской срезов гематоксилином и эозином, а также использовалась дополнительная окраска на отдельные препараты пикрофуксин-фуксилином. Далее выполняли сопоставление КТ и гистологических данных (рис.1, а – г).

### **Результаты и их обсуждение** **КТ-семиотика изменений в легких у больных пневмонией (COVID-19) за 1–2 дня до летального исхода**

Среди больных вирусной пневмонией тяжелой и крайне тяжелой степени выявлено 15 рентгенологических признаков, представленных в табл. 1.

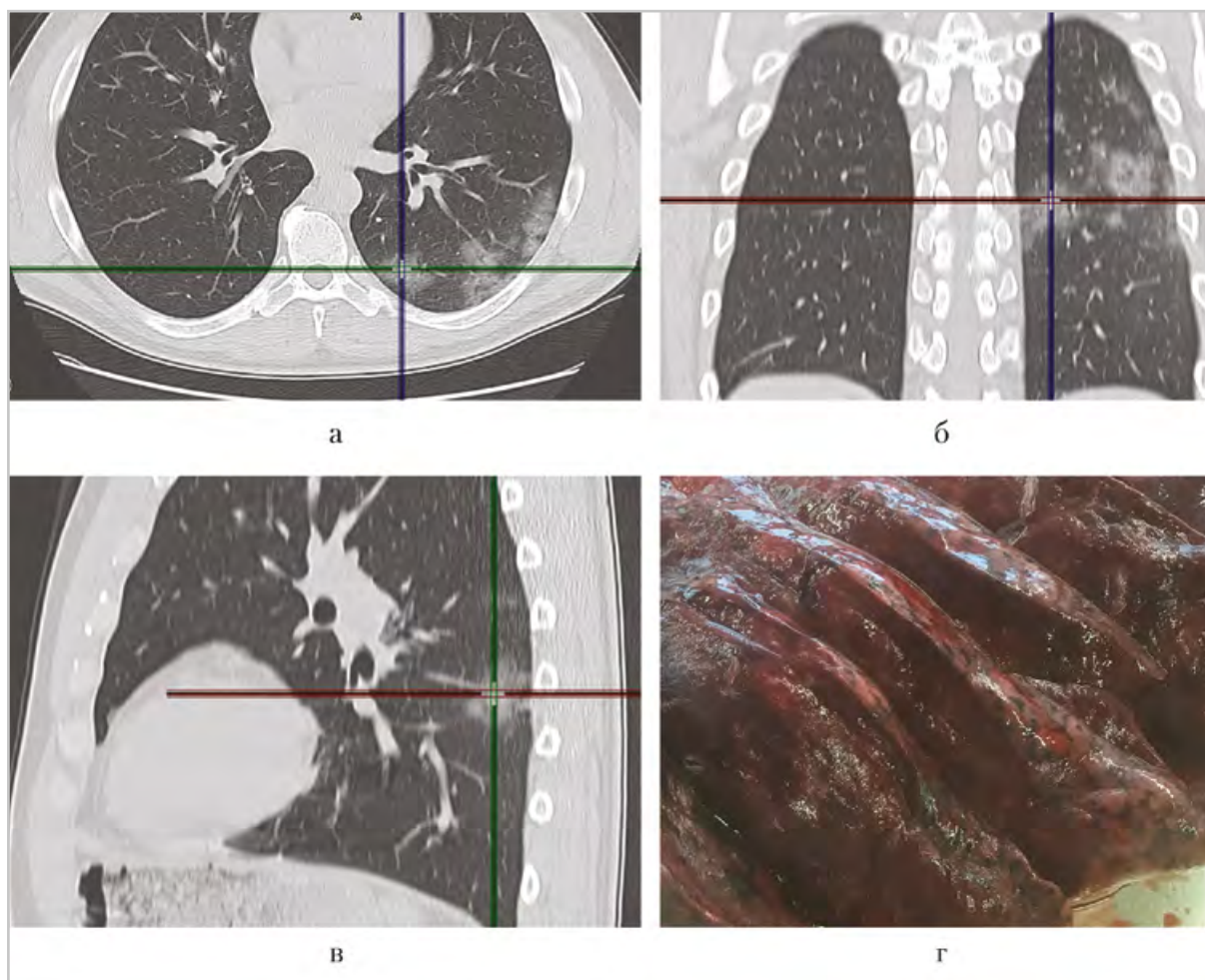


Рис. 1. Компьютерные томограммы грудной клетки пациента А., 52 лет (*а* — аксиальная плоскость; *б* — фронтальная плоскость; *в* — корональная плоскость). Используя технологию построения мультипланарных реконструкций, на КТ прицельно выделялись области (обозначена как *точка пересечения взаимно перпендикулярных линий*) для взятия гистологического материала. Макропрепарат срезов легкого (*г*) и участок (*прямоугольник*), обозначенный на компьютерных томограммах

Клинические и аутопсийные результаты явились основой для понимания КТ семиотики у больных пневмонией (COVID-19).

Три признака — «матовое стекло», «булыжная мостовая» и «консолидаты», условно относятся к основным. Они наблюдались в изучаемой группе в 100 %. Во всех проанализированных литературных источниках также отмечается высокая частота встречаемости

этих типов изменений, но она обычно колебалась в диапазоне 18–89 %, однако в подавляющем большинстве публикаций при анализе данных не учитывались сроки до наступления летального исхода.

Причина появления признака «матовое стекло» известна — частичное снижение воздушности легочных альвеол за счет трансудата или экссудата. В анализируемой группе при аутоп-



Таблица 1

**КТ-семиотические признаки изменений в легких  
у больных пневмонией COVID-19 тяжелой и крайне тяжелой степени  
за 1–2 дня до летального исхода (n = 63)**

| №  | КТ-признаки                                | Абс. число (%) |
|----|--------------------------------------------|----------------|
| 1  | «Матовое стекло» (Ground Glass Opacity)    | 63 (100)       |
| 2  | «Булыжная мостовая» (Crazy Paving Pattern) | 63 (100)       |
| 3  | «Консолидация» (Consolidation)             | 63 (100)       |
| 4  | Воздушная бронхограмма (Air Bronchogram)   | 60 (95,2)      |
| 5  | Утолщение плевры                           | 36 (57,5)      |
| 6  | Ретикуляция (Reticular Pattern)            | 22 (34,9)      |
| 7  | Лимфаденопатия                             | 16 (25,4)      |
| 8  | Плеврит                                    | 10 (15,9)      |
| 9  | Кальцификаты                               | 9 (14,3)       |
| 10 | Ателектазы                                 | 9 (14,3)       |
| 11 | Узелки                                     | 8 (12,7)       |
| 12 | Локальная эмфизема                         | 7 (11,1)       |
| 13 | Фиброз                                     | 4 (6,4)        |
| 14 | Бронхоэктазы                               | 3 (4,8)        |
| 15 | Отек легких                                | 1 (1,6)        |

сии наблюдали внутриальвеолярный отек, гиалиновые мембраны, увеличение числа клеток в просветах альвеол (внутриальвеолярная клеточность), десквамацию альвеолярного эпителия в виде пластов и инфильтрации лимфоцитами межальвеолярных перегородок, что соответствует экссудативной фазе ДАП.

При «матовом стекле» имело место интерстициальное воспаление за счет лимфоидной инфильтрации межальвеолярных перегородок или отложения в них коллагена (интерстициальная клеточность), что определяется в позднюю экссудативную или раннюю пролиферативную фазу ДАП. (рис. 2, а, б).

«Булыжная мостовая» (Crazy Paving Pattern) — признак обусловлен

появлением на фоне «матового стекла» сетчатого рисунка. При гистологическом исследовании наблюдают чередование аэрированных и нормальных альвеол, внутриартериальную грануляционную ткань, десквамированные альвеолоциты, очаговое внутриальвеолярное кровоизлияние. Дополнительно при «булыжной мостовой» прослеживаются мозаичные гистологические изменения с чередованием заполненных альвеол (внутриальвеолярный отек, скопления эритроцитов, макрофагов, лимфоцитов, реже нейтрофилов) и воздушных альвеол (острое вздутие или аэрированные альвеолы) (рис. 3, а, б).

«Консолидация» легочной ткани (Consolidation) — (объединение, уплотнение) — уплотнение легочной ткани

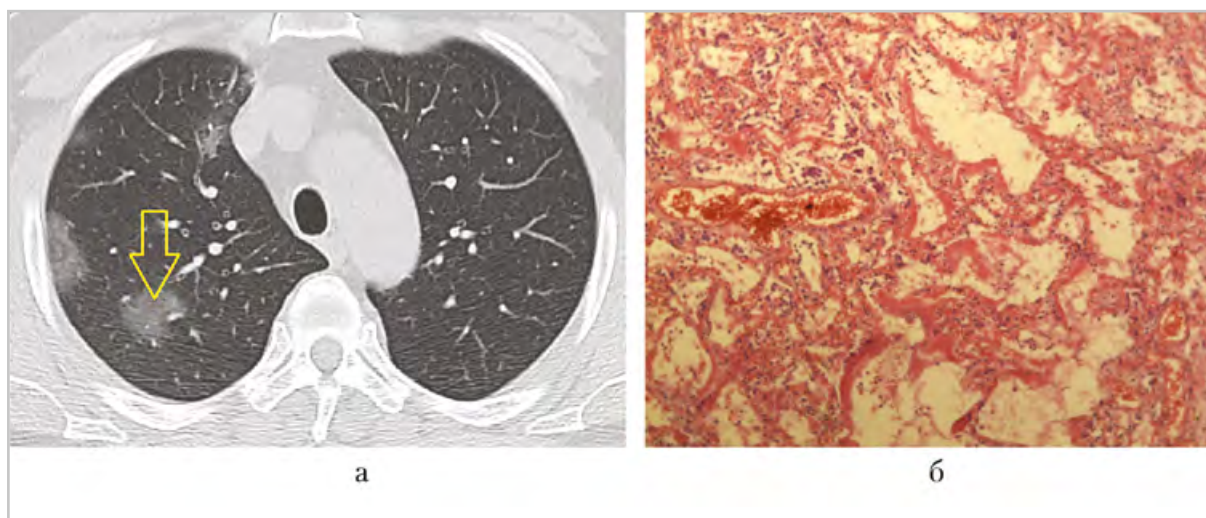


Рис. 2. Компьютерная томограмма грудной клетки пациента К., 56 лет: *а* — аксиальная плоскость — отмечается умеренное повышение плотности легочной ткани за счет интерстициальной инфильтрации, утолщения межальвеолярных перегородок и частичного замещения альвеол. Изменения определяются в нижних отделах правого легкого (*стрелка*) — «матовое стекло» (Ground Glassopacity); *б* — макропрепарат из области, обозначенной *стрелкой*. Окраска гематоксилином и эозином 30. Отмечается внутриаальвеолярный отек и геалиновые мембраны

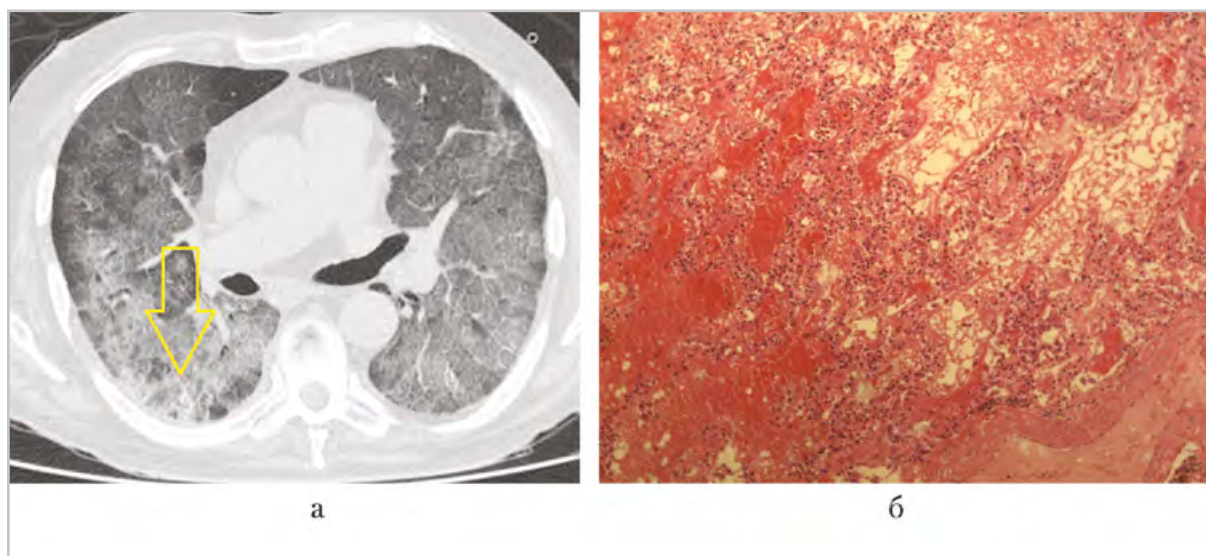


Рис. 3. Компьютерная томограмма грудной клетки пациента З., 45 лет: *а* — аксиальная плоскость — в обоих легких, больше в задних отделах, отмечается сочетание «матового стекла» с утолщенными междольковыми перегородками (*стрелка*). Видимость сосудов и стенок бронхов в области уплотнения сохранена. «Булыжная мостовая» (Crazy Paving Pattern); *б* — макропрепарат из области, обозначенной *стрелкой*. Окраска гематоксилином и эозином 30. Наблюдается чередование аэрированных и нормальных альвеол, внутриаальвеолярная грануляционная ткань, десквамированные альвеолоциты, очаговое внутри альвеолярное кровоизлияние

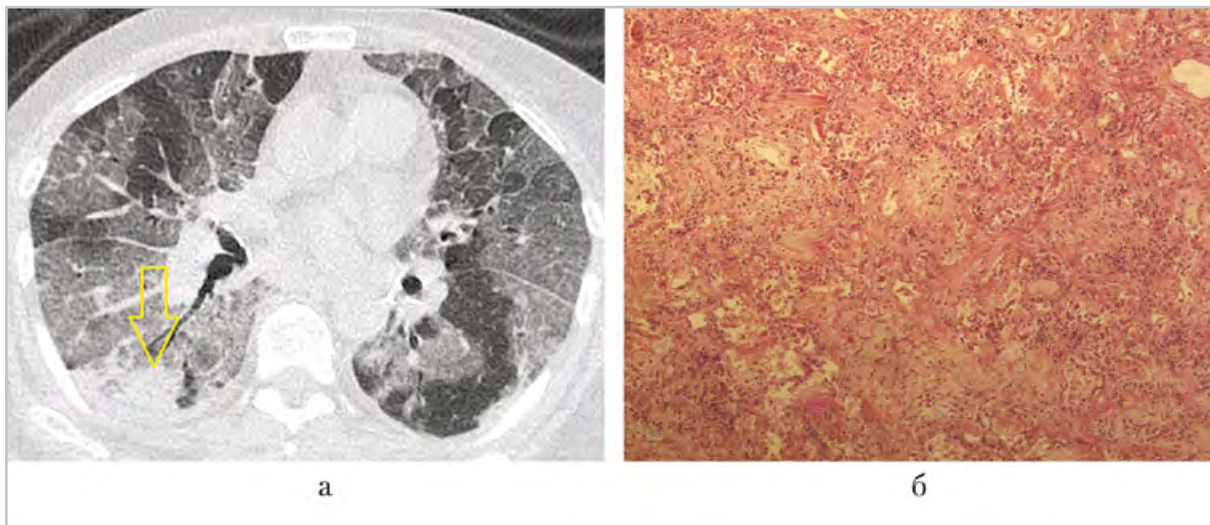


Рис. 4. Компьютерная томограмма грудной клетки пациента П., 62 лет: *а* — аксиальная плоскость — в задних отделах правого легкого определяется область уплотнения неправильной формы (*стрелка*) — «консолидация» (объединение, уплотнение). Признак возникает за счет заполнения альвеол жидкостью и является показателем прогрессирования заболевания; *б* — макропрепарат из области, обозначенной *стрелкой*. Окраска гематоксилином и эозином 30. Наблюдаются обширные внутриальвеолярные кровоизлияния и/или типичные зоны геморрагических инфарктов, участки с внутриальвеолярным скоплением фибрина и разрастанием фибропластической ткани, что соответствует морфологическим признакам организующейся пневмонии

за счет заполнения альвеол жидкостью (рис. 4, *а, б*).

Патоморфологическая картина представлена обширными внутриальвеолярными кровоизлияниями и/или типичными зонами геморрагических инфарктов, участками с внутриальвеолярным скоплением фибрина и разрастанием фибропластической ткани, что соответствует морфологическим признакам организующейся пневмонии.

На рис. 5–10 представлена группа рентгенологических признаков, частота встречаемости которых колебалась от 34,9 до 95,2 %.

Лимфаденопатия, плеврит, кальцинаты, ателектазы, фиброз наблюдались с частотой от 4,8 до 25,4 %. Стоит отметить, что в нашем исследовании у 10 (15,8 %) человек был обнаружен плев-

рит, который носил двусторонний характер, средний объем жидкости составил  $442 \pm 381,7$  мл с разбросом от 100 до 1000 мл. Результаты подтверждены аутопсией, что в 4 раза превосходит литературные сведения, представленные в библиографии.

В большинстве отечественных публикаций сведения о частоте плеврита отсутствуют, в единичных зарубежных источниках указывается, что частота плеврита не превышает 4 %, при этом объем жидкости в плевральных полостях не анализировался.

#### **Объем поражения легких у больных пневмонией (COVID-19) за 1–2 дня до летального исхода**

Средний объем поражения обоих легких по данным КТ составил  $56,63 \pm$



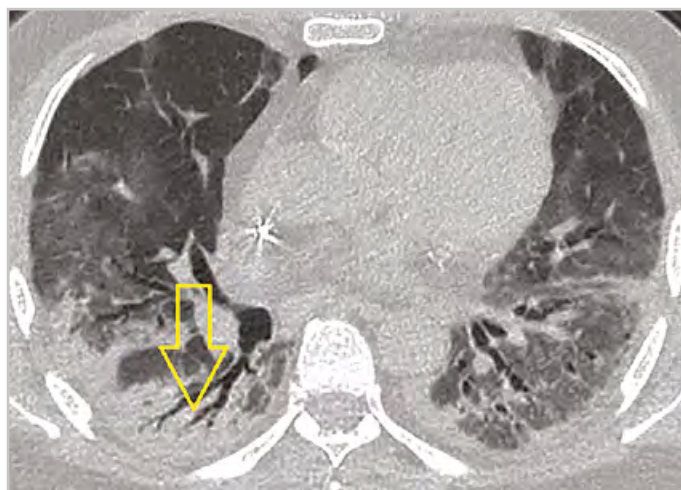


Рис. 5. Компьютерная томограмма грудной клетки пациентки Д., 70 лет. Аксиальная плоскость — в задних отделах обоих легких прослеживается уплотненная ткань (консолидация), на фоне которой прослеживаются бронхи — воздушная бронхограмма (*стрелка*)



Рис. 6. Компьютерная томограмма грудной клетки пациента Г., 35 лет. Аксиальная плоскость — в левом легком в его задних отделах плевра локально утолщена на протяжении 5–6 см и глубиной до 8 мм (*стрелка*)

19,17 %, для правого —  $57,53 \pm 22,33$  %, для левого —  $57,14 \pm 20,22$  %. Можно констатировать — за 1–2 дня до летального исхода объем ткани, вовлеченной в воспалительный процесс, превышал объем оставшейся здоровой ткани. Правое и левое легкие вовлекались в воспалительный процесс в равной степени. Однако если рассмотреть

ситуацию об объеме поражении легких в рамках шкалы КТ-данных, то выясняется: в 7,9 % объем поражения не превышал 25 % от общего объема легких, в 36,5 % он достигал 50 %, в 41,3 % объем поражения достигал 75 % и в 14,3 % превышал 75 %. То есть летальный исход был обусловлен не только объемом поражения, но и иными клиническими



Рис. 7. Компьютерная томограмма грудной клетки пациента Е., 52 лет. Аксиальная плоскость — в левом легком, в его задних отделах (*стрелка*), прослеживаются плотные линейные тяжи — ретикуляция. Признак обусловлен утолщением междольковых перегородок, утолщением внутридолькового интерстиция, тенденцией к возможному формированию легочного фиброза

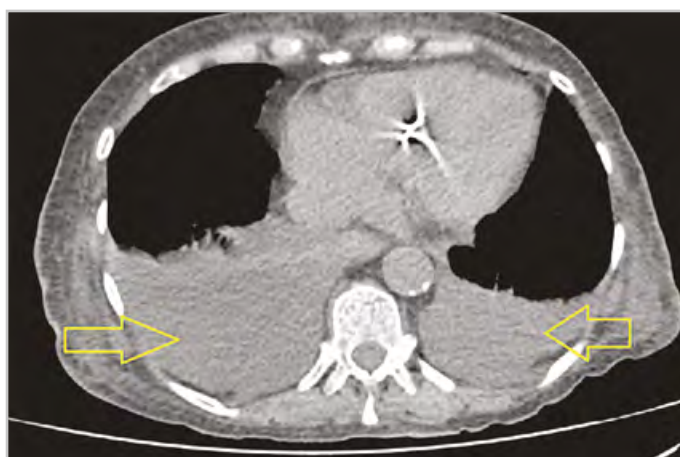


Рис. 8. Компьютерная томограмма грудной клетки пациента У., 77 лет. Аксиальная плоскость — в обеих плевральных полостях прослеживается слой жидкости толщиной до 10 см справа и до 7 см слева (*стрелки*). На аутопсии жидкость соломенного цвета, без примеси гноя. Максимальный объем жидкости 1000 мл. Патоморфологическая картина представлена экссудатом

факторами. Результаты представлены в табл. 2. Учитывая полученные данные о 100 %-ной встречаемости признаков «матового стекла», «булыжной мостовой» и «консолидации», был проведен анализ вклада этих изменений в объем поражения легких (табл. 3).

Для обоих легких объем поражения за счет «матового стекла» составил  $31,46 \pm 12,76$  %, т.е. составлял более  $1/4$  объема легочной ткани. Объем поражения за счет признака «булыжная мостовая» составил  $12,46 \pm 11,42$  %, что в 2 раза меньше. Объем



Рис. 9. Компьютерная томограмма грудной клетки пациента Н., 80 лет. Аксиальная плоскость — в обоих легких прослеживаются множественные участки повышенной воздушности с нарушением целостности легочной ткани — локальная эмфизема (*стрелки*). Признак обусловлен повышенным содержанием воздуха в легких за счет растяжения альвеол или разрушения их стенок



Рис. 9. Компьютерная томограмма грудной клетки пациента Ф., 59 лет. Аксиальная плоскость — в прикорневой зоне левого легкого прослеживается участок уплотнения максимальным размером до 7 см, с частичным нарушением архитектоники — отек легких

поражения легких за счет признака — «консолидация» достиг  $7,6 \pm 8,66\%$ , различия статистически значимы. Аналогичное соотношение было получено и при оценке вклада этих признаков по правому и левому легким в отдельности.

Таким образом, можно констатировать, что рентгенологический признак

«матовое стекло» является доминирующим в объеме поражения легких.

В работе при анализе категорий (КТ 0–4) среди больных с летальным исходом выявлена статистически значимая взаимосвязь между повышением категории от КТ0 до КТ4 и фактом смерти пациентов с COVID-19.

Таблица 2

**Объем поражения легочной ткани у больных пневмонией COVID-19 тяжелой и крайне тяжелой степени за 1–2 дня до летального исхода по данным КТ**

| Локализация   | Вовлечение, % | Средний объем поражения (%) | Количество больных |                  |                  |                |
|---------------|---------------|-----------------------------|--------------------|------------------|------------------|----------------|
|               |               |                             | КТ1<br>(до 25 %)   | КТ2<br>(26-50 %) | КТ3<br>(51-75 %) | КТ4<br>(≥76 %) |
| Оба легких    | 100           | 56,63 ± 19,17               | 5 (7,9 %)          | 23 (36,5 %)      | 26 (41,3 %)      | 9 (14,3 %)     |
| Правое легкое | 100           | 57,53 ± 22,33               | 8 (12,7 %)         | 22 (31,7 %)      | 24 (38,1 %)      | 9 (14,3 %)     |
| Левое легкое  | 100           | 57,14 ± 20,22               | 10 (15,8 %)        | 16 (25,4 %)      | 28 (44,5 %)      | 9 (14,3 %)     |

Таблица 3

**Объем поражения легочной ткани у больных пневмонией COVID-19 тяжелой и крайне тяжелой степени за 1–2 дня до летального исхода по данным КТ**

| Локализация   | Признаки            |                        |                   |
|---------------|---------------------|------------------------|-------------------|
|               | «Матовое стекло», % | «Булыжная мостовая», % | «Консолидация», % |
| Оба легких    | 31,46 ± 12,76       | 12,46 ± 11,42          | 7,6 ± 8,656       |
| Правое легкое | 31,87 ± 13,53       | 12,00 ± 11,05          | 6,87 ± 8,232      |
| Левое легкое  | 31,00 ± 14,54       | 13,78 ± 12,87          | 8,63 ± 11,764     |

#### **Преимущественная локализация изменений в легких**

В обследованной группе пневмония (COVID-19) вовлекала в процесс оба легких в 100 %. На это обстоятельство указывает и большинство литературных источников. Нижние доли поражались в 100 %, средняя доля — в 80 %, верхние — в 43 %. Периферические отделы вовлекались в 97 %, центральные — в 23,8 %, смешанная локализация наблюдается в 27 %. В сагиттальной плоскости задние отделы поражались в 81 %, передние отделы — в 73,6 %.

#### **Результаты аутопсии умерших больных**

В просвете трахеи и главных бронхов в 7 % присутствовала слизь пенистого (24,1 %) и непенистого (27,6 %) характера — с преобладанием вязкого содержимого. Во всех наблюдениях плотность ткани легкого претерпела изменения: в 27,5 % они имели тестоватую консистенцию, в 34,5 % уплотнялись тотально и в 38 % — уплотнение носило неравномерный характер. Изменение плотности затрагивало все доли, при этом нижние отделы легких отличались большей плотностью. Ткань легких на разрезе по-



крывалась жидкостью различного цвета: в 50 % она имела кровавистую окраску, в 24 % носила мутно-красную окраску и в 26 % желто-розовую.

Гистологические данные исследования легких указывали на наличие диффузного альвеолярного повреждения (ДАП), с развитием экссудативной (47 умерших, 74,6 %), экссудативно-пролиферативной (8 умерших, 12,7 %), пролиферативной фаз (8 человек, 12,7 %). Во всех слоях стенки бронхов наблюдали отек, полнокровие, умеренную лимфоидную инфильтрацию с небольшой примесью нейтрофильных гранулоцитов. В расширенных просветах альвеол и части бронхиол выявляли фибрин с наличием небольшого числа лимфоцитов и макрофагов, эпителий альвеол слущен, среди его клеток имелись клетки с уродливыми ядрами. В части альвеол выявляли гиалиновые мембраны. Наблюдала очаговую примесь эритроцитов, нейтрофильных гранулоцитов. Местами межальвеолярные перегородки утолщались, с пролиферацией фибробластов. У всех умерших подтверждено наличие диффузного альвеолярного повреждения (ДАП).

### **Объем поражения легких и клинические факторы**

В рамках работы изучены модифицируемые и не модифицируемые клинические факторы (пол, возраст, степень дыхательной недостаточности, наличие или отсутствие дистресс-синдрома, проводилась или нет искусственная вентиляция легких, объем поражения легких, накладывалась или нет трахеостома, ПЦР-реакция), их корреляция с данными КТ грудной клетки и влияние на развитие процесса.

### **Пол**

Среди 40 умерших мужчин средний объем поражения легких составил  $56,43 \pm 20,65$ , среди 23 женщин  $52,17 \pm 17,25$ , t-критерий — 0,833 (различие недостоверно). Полученные данные позволяют утверждать — пол умерших не влияет на объем поражения легких.

### **Возраст**

Выделены две возрастные группы — до 65 лет и после 65 лет. Средний объем поражения в возрастной группе до 65 лет составил  $63,09 \pm 20,72$ . В возрастной группе после 65 лет средний объем поражения составил  $50,46 \pm 17,43$ . Значение t-критерия — 2,56 (различие достоверно). Можно прийти к выводу в старшей возрастной группе летальный исход наступил при меньшем объеме поражения легочной ткани, т.е. в старшей возрастной группе риск скончаться от COVID-19 выше при меньшем поражении легких.

### **Дыхательная недостаточность**

Среди 63 умерших средний объем поражения легких при 2-й степени составил  $52,80 \pm 20,35$ , при 3-й степени —  $58,68 \pm 18,00$ . Значение t-критерия составляет 1,41 (различие недостоверно). Полученные данные позволяют утверждать: не установлено корреляции между степенью дыхательной недостаточности и объемом поражения легких установленным по результатам КТ органов грудной клетки.

### **Острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС)**

У 8 больных констатирован ОРДС, который отсутствовал у 55 пациентов. При определении корреляции между объемом поражения легких при наличии

ОРДС и при его отсутствии установлено — средний объем поражения легких при наличии ОРДС составил  $63,88 \pm 24,72$ , без ОРДС —  $53,56 \pm 18,47$ . Значение t-критерия — 1,40 (различие не достоверно). Полученные данные позволяют утверждать: не установлено корреляции между наличием дистресс-синдрома и объемом поражения легких.

### Искусственная вентиляция легких (ИВЛ)

36 больным проводилась ИВЛ, не проводилась: 27. Установлено: средний объем поражения легких при наличии ИВЛ составил  $60,47 \pm 19,11$ , без ИВЛ —  $47,47 \pm 17,58$ . Значение t-критерия — 2,77 (различие достоверно). Полученные данные позволяют утверждать: ИВЛ выполнялась пациентам с большим объемом поражения легочной ткани.

### Трахеостома

11 больным была наложена трахеостома, 52 пациентам наложение трахеостомы не потребовалось. Оказалось, что средний объем поражения легких у больных с трахеостомой составил  $64,00 \pm 11,59$ , без трахеостомы —  $52,94 \pm 20,29$ , различие недостоверно. То есть, при превышении объема поражения 53 % возникает необходимость для выполнения указанной процедуры.

### ПЦР

Положительная реакция наблюдалась у 31 больного, отрицательная — у 32. При положительной ПЦР-реакции средний объем поражения легких составил  $55,42 \pm 17,07$ , при отрицательной —  $54,34 \pm 21,76$ . Значение t-критерия — 0,218 (различие недостоверно). То есть тест методом полимеразной цепной реакции с обратной

транскрипцией при заборе образцов из верхних дыхательных путей и полости рта не гарантирует отсутствие инфицирования.

Таким образом, по полученным нами результатам два фактора — возраст больных и целесообразность выполнения ИВЛ — зависят от объема поражения легких за счет COVID-19.

### Выводы

1. У больных пневмонией (COVID-19) тяжелой и крайне тяжелой степени за 1–2 дня до летального исхода выявлено 15 типичных КТ-семиотических признаков. Вклад различных КТ-признаков неравномерный, колеблется от 1 % (лимфаденит) до 100 % («матовое стекло», «булыжная мостовая», «консолидация»).
2. Средний объем поражения легких за 1–2 дня до летального исхода составил  $56,63 \pm 19,17$  т.е. превышал 50 %. В рамках КТ-шкалы объем поражения колебался от 12 % до 90 %: КТ1 — 7,9 %, КТ2 — 36,5 %; КТ3 — 41,3 %, КТ4 — 14,3 %. В 55,6 % преобладали лица с объемом поражения более 50 %. Обе доли вовлекались в воспалительный процесс в 100 %. Таким образом, летальный исход среди больных с коронавирусной пневмонией мог наступить как при незначительном, так и при обширном объеме поражения, что указывает на необходимость поиска дополнительных клинических факторов, влияющих на смерть пациентов.
3. Пол, степень дыхательной недостаточности, ОРДС, ПЦР с положительным или отрицательным ответом не оказывали достоверного влияния на объем поражения лег-

ких. В возрастной группе до 65 лет объем поражения легких был достоверно большим по сравнению с больными старше 65 лет. Необходимость в проведении искусственной вентиляции легких оказалась достоверно большей при большем объеме поражения легких более 50 %. При неблагоприятном течении заболевания длительность нахождения в условиях реанимации составила  $13 \pm 2,6$  дня с колебанием от 1 до 31 дня. Таким образом, учет клинических факторов является обязательным элементом в работе врача рентгенолога.

4. При аутопсии в просвете трахеи и главных бронхов в 51,5 % имелась слизь густой консистенции пенистого и непенистого характера. Плотность легких менялась в 100 % и колебалась от тестоватой до неравномерного уплотнения. Гистологические данные легких указывали на наличие диффузного альвеолярного повреждения с развитием экссудативной, экссудативно-пролиферативной или пролиферативной фазы. Альвеолы, как правило, расширялись и содержали избыток слизи, что приводило к нарушению газообмена.

## Список литературы

1. Кармазановский Г. Г., Замятина К. А., Сташків В. И. и др. Компьютерно-томографическая диагностика и мониторинг течения вирусной пневмонии, обусловленной вирусом SARS-CoV-2, при работе «Госпиталя COVID-19» на базе Федерального специализированного медицинского научного центра // Мед. визуализация. 2020. Т. 24. № 2. С. 11–36.
2. Морозов С. П., Гомболевский В. А., Чернина В. Ю. и др. Прогнозирование летальных исходов при COVID-19 по данным компьютерной томографии органов грудной клетки // Туберкулез и болезни легких. 2020. № 98 (6). С. 7–14.
3. Морозов С. П., Проценко Д. Н., Сметанина С. В. и др. Лучевая диагностика коронавирусной болезни (COVID-19): организация, методология, интерпретация результатов: препринт N ЦДТ-2020. Версия 2 от 17.04.2020/ сост. // М.: НПКЦ ДиТ ДЗМ. 2020. 60 с. (Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». Вып. 65).
4. Синицын В. Е., Тюрин. И. Е., Митьков В. В. Временные согласительные методические рекомендации Российского общества рентгенологов и радиологов (РОРР) и Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ) «Методы лучевой диагностики пневмонии при новой коронавирусной инфекции COVID-19» (версия 2). // Вестник рентгенологии и радиологии. 2020. Т. 101. № 2. С. 72–89.
5. Сперанская А. А. Лучевые проявления новой коронавирусной инфекции COVID-19 // Лучевая диагностика и терапия. 2020. № 1. С. 18–25.
6. Устюжанин Д. В., Белькинд М. Б., Гаман С. А. и др. КТ-картина коронавирусной болезни: результаты по итогам работы Covid-центра на базе НМИЦ кардиологии // Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2020. № 10 (2). С. 27–38.
7. Юдин А. Л., Абович Ю. А., Юматова Е. А. и др. COVID-19. Вопросы диагностики и лечения поражения легких // Мед. визуализация. 2020. Т. 24. № 2. С. 37–49.

8. *Bai H. X., Hsieh B., Xiong Z. et al.* Performance of radiologists in differentiating COVID-19 from viral pneumonia on chest CT // *Radiol.* 2020. V. 296. № 2. P. 200823.
9. *Kai-CaiLiua, Ping Xub, Wei-Fu Lvc et al.* CT manifestations of coronavirus disease-2019: A retrospective analysis of 73 cases by disease severity // *Eur. J. of Radiol.* 2020. V. 126 (108941). P. 1–5.
10. *Ming Li, Wanxiang Peng, Miaomiao Chen et al.* CT imaging features and image evolution characteristics of coronavirus disease 2019 // *J. of Central South Univ. (Med Sci).* 2020. V. 45(3). P. 243–249.
11. *Constantine A. Raptis, Mark M. Hammer, Ryan G. Short et al.* Chest CT and coronavirus disease (covid-19): a critical review of the literature to date // *Am. J. of Roentgenol.* 1–4. 10.2214/AJR.20.23202
12. *Shohei Inui, Akira Fujikawa, Motoyuki Jitsu et al.* Chest CT findings in cases from the cruise ship «diamond princess» with coronavirus disease 2019 (COVID-19) // *Radiol.* (2). e 200110. April 2020.
13. *Tao Ai, Zhenlu Yang, Hongyan Hou et al.* Correlation of chest CT and RT-PCR testing in coronavirus disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases // *Radiol.* 2020. Feb 26.
14. *Vineeta Ojha, Avinash Mani, NirajNirmal Pandey et al.* CT in coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systematic review of chest CT findings in 4410 adult patients // *Eur Radiol.* Nov. 2020. V. 30 (11). P. 6129 – 6138.
15. *Yueying Pan, Hanxiong Guan, Shuchang Zhou et al.* Initial CT findings and temporal changes in patients with the novel coronavirus pneumonia (2019-nCoV): a study of 63 patients in Wuhan, China // *Eur. Radiol.* 2020. Jun. V. 30 (6). P. 3306–3309.

## References

1. *Karmazanovsky G. G., Zamyatina K. A., Stashkiv V. I.* Computed tomography diagnostics and monitoring of the course of viral pneumonia caused by the SARS-CoV-2 virus during the work of the «Hospital COVID-19» on the basis of the Federal Specialized Medical Research Center. *Med. vizualizatsiya.* 2020. V. 24. No. 2. P. 11–36.
2. *Morozov S. P., Gombolevsij V. A., Chernina V. Ju. et al.* Predicting deaths in COVID-19 according to chest computed tomography. *Tuberkulez i bolezni legkih.* 2020. V. 98 (6). P. 7–14 (in Russian).
3. *Morozov S. P., Procenko D. N., Smetannina S. V. et al.* Radiation diagnostics of coronavirus disease (COVID-19): organization, methodology, interpretation of results: preprint N CDT. 2020. I. Version 2 from 04/17/2020. Moscow: GBUZ NPKC DiT DZM, 2020. P. 60. (Serija «Luchshie praktiki luchevoji instrumental'noj diagnostiki». V. 65) (in Russian).
4. *Sinicyn V. E. Tjurin. I. E. Mit'kov V. V.* Interim consensus guidelines of the Russian Society of Radiology (RORR) and the Russian Association of Ultrasound Diagnostic Specialists in Medicine (RASUDM) «Methods of Radiological Diagnosis of Pneumonia in New Coronavirus Infection COVID-19» (version 2). *Vestnik rentgenologii i radiologii.* 2020. V. 101. No. 2. P. 72–89 (in Russian).
5. *Speranskaja A. A.* Radiation manifestations of the new coronavirus infection COVID-19. *Luchevaja diagnostika i terapija.* 2020. No. 1. P. 18–25 (in Russian).
6. *Ustjuzhanin D. V., Bel'kind M. B., Gaman S. A. et al.* CT picture of coronavirus disease: results of the work of the Covid center based on the NMRC of cardiology. *Rossijskij elektronnyj zhurnal luchevoj*



- diagnostiki. 2020. V. 10 (2). P. 27–38 (in Russian).
7. Judin A. L., Abovich Ju. A., Jumatova E. A. *et al.* COVID-19. Diagnostics and treatment of lung lesions. Med. vizualizatsiya. 2020. V. 24. No. 2. P. 37–49 (in Russian).
  8. Bai H. X., Hsieh B., Xiong Z. *et al.* Performance of radiologists in differentiating COVID-19 from viral pneumonia on chest CT. Radiology. 2020. Radiol. 2020. V. 296. № 2. P. 200823.
  9. Kai-Cai Liua, Ping Xub, Wei-Fu Lvc *et al.* CT manifestations of coronavirus disease-2019: A retrospective analysis of 73 cases by disease severity. Eur. J. of Radiol. 2020. V. 126 (108941). P. 1–5.
  10. Ming Li, Wanxiang Peng, Miaomiao Chen *et al.* CT imaging features and image evolution characteristics of coronavirus disease 2019. J. of Central South Univ. (Med Sci). 2020. V. 45 (3). P. 243–249.
  11. Constantine A. Raptis, Mark M. Hammer, Ryan G. Short *et al.* Chest CT and coronavirus disease (COVID-19): a critical review of the literature to date. Am. J. of Roentgenol. 1–4. 10.2214/AJR.20.23202.
  12. Shohei Inui, Akira Fujikawa, Motoyuki Jitsu *et al.* Chest CT findings in cases from the cruise ship «diamond princess» with coronavirus disease 2019 (COVID-19) Radiology (2). e 200110. 2020. April.
  13. Tao Ai, Zhenlu Yang, Hongyan Hou *et al.* Correlation of chest CT and RT-PCR testing in coronavirus disease 2019 (COVID-19) in China: a Report of 1014 cases. Radiology. 2020. Feb. 26.
  14. Vineeta Ojha, Avinash Mani, Niraj Nirmal Pandey *et al.* CT in coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systematic review of chest CT findings in 4410 adult patients. Eur Radiol. Nov. 2020. V. 30 (11). P. 6129–6138.
  15. Yueying Pan, Hanxiong Guan, Shuchang Zhou *et al.* Initial CT findings and temporal changes in patients with the novel coronavirus pneumonia (2019-nCoV): a study of 63 patients in Wuhan, China. European Radiology. 2020. Jun V. 30 (6). P. 3306–3309.

## Сведения об авторах

**Паршин Василий Владимирович**, врач-рентгенолог, заведующий рентгеновским отделением ГБУЗ «Городская клиническая больница № 52 Департамента здравоохранения города Москвы».  
Адрес: 123182, г. Москва, ул. Пехотная, д. 3.  
Тел.: +7 (926) 565-15-67. Электронная почта: vasilii\_parshin@mail.ru  
ORCID: 0000-0003-3783-3412

**Parshin Vasily Vladimirovich**, Radiologist, Head of radiology department of the City Clinical Hospital № 52, Moscow Healthcare Department.  
Address: 3, ul. Pehotnaya, Moscow, 123182, Russia.  
Phonenummer: +7 (926) 565-15-67. E-mail: vasilii\_parshin@mail.ru  
ORCID: 0000-0003-3783-34120000-0003-3783-3412

**Бережная Эльвира Элчиновна**, врач-патологоанатом, ГБУЗ «Городская клиническая больница № 52 Департамента здравоохранения города Москвы».  
Адрес: 123182, г. Москва, ул. Пехотная, д. 3.  
Тел.: +7 (929) 938-04-43. Электронная почта: dr.berezhnaia@gmail.com  
ORCID: 0000-0003-1407-0408

**Berezhnaia Elvira Elchinovna**, Pathologist of the pathology department Moscow City Hospital № 52, Moscow Healthcare Department.  
Address: 3, ul. Pehotnaya, Moscow, 123182, Russia.  
Phonenummer: +7 (929) 938-04-43. E-mail: dr.berezhnaia@gmail.com  
ORCID: 0000-0003-1407-0408

**Кецкало Михаил Валерьевич**, кандидат медицинских наук, руководитель Центра ЭКМО ГБУЗ «Городская клиническая больница № 52 Департамента здравоохранения города Москвы».  
Адрес: 123182, г. Москва, ул. Пехотная, д. 3.

Тел: +7 (926) 352-90-73. Электронная почта: m.ketskalo@gmail.com  
ORCID: 0000-0001-6569-2106

**Ketskalo Mikhail Valeryevich**, Ph. D. Med., Head of ECMO center Moscow City Hospital № 52, Moscow Healthcare Department.  
Address: 3, ul. Pehotnaya, Moscow, 123182, Russia.  
Phonenumber: +7 (926) 352-90-73. E-mail: m.ketskalo@gmail.com  
ORCID: 0000-0001-6569-2106

**Лежнев Дмитрий Анатольевич**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.  
Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.  
Тел: +7 (916) 163-40-40. Электронная почта: lezhnev@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-7163-2553

**Lezhnev Dmitriy Anatol'evich**, M. D. Med., Professor, Head of Department of Radiology of Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia.  
Address: 9a, ul. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia.  
Phone number: +7 (916) 163-40-40. E-mail: lezhnev@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-7163-2553

#### Финансирование исследования и конфликт интересов.

*Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.*