

НОВАЯ КОРОНАВИРУСНАЯ ИНФЕКЦИЯ COVID-19

NOVEL CORONAVIRUS INFECTION COVID-19

<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2022.3.COVID.1>

УДК 616.98:578.834.1:340.6+616-091

ВОПРОСЫ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ COVID-19 В ПРАКТИКЕ СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

С.А. Степанов¹, М.С. Жиганова¹, О.Н. Павлова²

¹Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова
(Сеченовский университет), Москва

²Самарский государственный медицинский университет, Самара

Резюме. Исследование тел умерших от коронавирусной инфекции COVID-19 позволяет установить точную причину смерти, что помогает врачам-клиницистам в выборе своевременного и эффективного лечения для снижения смертности. В статье проанализирована актуальная литература с результатами исследований трупного материала и описанием патологических изменений у пациентов, умерших от коронавирусной инфекции COVID-19, также описаны собственные патологоанатомические наблюдения. Описание случаев вскрытий пациентов, умерших от COVID-19, является необходимым и, безусловно, важным для всестороннего анализа данной проблемы и имеет высокий клинический и эпидемиологический интерес.

Ключевые слова: COVID-19, SARS-Cov-2, коронавирусная инфекция.

Для цитирования: Степанов С.А., Жиганова М.С., Павлова О.Н. Вопросы морфологической диагностики COVID-19 в практике судебно-медицинской экспертизы. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2022;12(3):6-13. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2022.3.COVID.1>

ISSUES OF COVID-19 MORPHOLOGICAL DIAGNOSIS IN THE PRACTICE OF FORENSIC MEDICINE

S.A. Stepanov¹, M.S. Zhiganova¹, O.N. Pavlova²

¹I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow

²Samara State Medical University, Samara

Abstract. The study of the human corpses who died from the coronavirus infection COVID-19 allows to define the exact cause of death, which helps clinicians in choosing a timely and effective treatment to reduce mortality. The study analyzed the current literature with the results of studies of cadaveric material and described macro- and microscopic autopsy findings we observed. The description of autopsy cases of those who died from COVID-19 is certainly important for a comprehensive analysis of this problem and is of high clinical and epidemiological interest.

Key words: COVID-19, SARS-Cov-2, coronavirus infection.

Cite as: Stepanov S.A., Zhiganova M.S., Pavlova O.N. Issues of COVID-19 morphological diagnosis in the practice of forensic medicine. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2022;12(3):6-13. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2022.3.COVID.1>



Введение

Впервые вспышка коронавирусной инфекции COVID-19 (SARS-Cov-2), была зафиксирована в декабре 2019 года, в дальнейшем данная инфекция распространилась по всему миру. Многие страны достигли некоторых успехов в борьбе с инфекцией в первой волне заболевания, но в последующих годах мы будем наблюдать неоднократные подъёмы и спады заболеваемости в глобальном масштабе [1]. Наблюдается постоянный рост подтвержденных случаев заболевания COVID-19. По крайне усреднённым данным смерть от неё наступает достаточно часто: в Алжире и Бельгии в 15 % и 13,95 % всех случаев диагностированной инфекции соответственно, наименьший уровень смертности отмечен в Катаре – 0,17 % и Сингапуре – 0,2 % [2]. Это приводит к дополнительной нагрузке на систему здравоохранения во всём мире, включая Россию, и при неблагоприятном прогнозе приведет к гибели миллионов человек [3, 4].

Тактика лечения заболевания затруднена, что связано с недостаточной изученностью патогенеза. Острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС) является основным проявлением инфекции COVID-19, что обуславливает тяжёлую полиорганную недостаточность и высокий риск летального исхода, в ряде случаев сопровождается острой почечной недостаточностью [5, 6]. В новейших исследованиях отражено, что вирус использует рецептор angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) для входа и сериновую протеазу TMPRSS2 для прайминга S-белка [7]. Лица, страдающие гипертонической болезнью, переносят данное заболевание в более тяжелой форме, что обусловлено сродством вируса к рецепторам, количество которых в тканях увеличивается при гипертонии.

Исследование аутопсийного материала позволяет выработать общие подходы к лечению и профилактике инфекции COVID-19 [8].

В связи с этим целью работы явился анализ случаев коронавирусной инфекции, исследованных на базе Бюро СМЭ ДЗ г. Москвы.

Материалы и методы

Нами использовался архивный материал (127 макро- и микроскопических исследований трупов), полученный из Бюро СМЭ ДЗ г. Москвы. Данный материал был дополнен документацией, включающей в себя такие данные как наличие положительного ПЦР-исследования на COVID-19, уровни антител IgM и IgG, длительность заболевания, длительность переживания травмы и причина смерти.

Все наблюдения были разделены на три группы. В первой группе в лёгких были представлены классические признаки ОРДС с захватом 6 и более сегментов лёгких в сочетании с ДВС в других органах. Морфологическое проявление поражения лёгочной паренхимы чаще соответствовало ранней фазе ОРДС. Эти наблюдения составили 37 случаев смерти. Средний возраст составил 48 ± 25 лет без преобладания какого-либо пола. Вторую группу составили 73 случая смерти, где средний возраст был 75 ± 13 лет. В данной группе трупы женщин отмечены в 58 наблюдениях. Тут же были определены коморбидные заболевания (признаки ишемической болезни сердца, хронической ишемии головного мозга, в лёгких – умеренно выраженные признаки застойного венозного полнокровия, в других органах наличие новообразований, артериальной гипертензии, других нозологических единиц, имеющих значение в сочетанном основном заболевании). Третья группа составила 17 случаев смерти, средний возраст в которой составил 55 ± 25 лет. В ней признаки вирусной инфекции сочетались с травмой, характерной для тяжкого вреда здоровью.

Секционное исследование было дополнено гистологическим с фиксацией материала в 10 % растворе нейтрального формалина в течение 3 суток [3, 4]. Препараты получали путем заливки тканей в парафин с последующим

изготовлением срезов толщиной в 5–7 мкм. Микроскопическое исследование внутренних органов производилось с использованием гистологического окрашивания гематоксилином и эозином, а также по Перлсу и по Ван Гизону. Изучение препаратов проведено на микроскопе с использованием увеличения окуляров $\times 10$ и объективов $\times 4$, 10, 20, 40 и системы фотофиксации.

Полученные результаты подвергались обработке методом описательной статистики в программе Microsoft Excel 2016 с определением среднего значения, ошибки среднего, медианы, моды, минимального и максимального значений. В работе был использован электронный интернет-ресурс Национальной библиотеки медицины (США, база данных PubMed) за период времени с 1945 г. по 30 сентября 2020 года.

Результаты и обсуждение

В первой группе при вскрытии лёгкие были значительно увеличены по массе и объёму, поражение захватывало все доли и большинство лёгочных сегментов. Данная группа достоверно являлась более молодой по отношению к двум другим группам ($p < 0,05$), и в ней не были обнаружены тяжёлые хронические заболевания. В случаях смерти в ранний период ОРДС ткань лёгких была резко уплотнена, безвоздушна, вишнёвого цвета (т. н. «лакового» вида) и имела вид так называемых «шоковых лёгких». При отсроченной смерти на 8–15 сутки сливные кровоизлияния часто чередовались с чёткими фокусами геморрагических некрозов, отмечены тромбы в просветах отдельных сосудов, лишь в 6 случаях определены участки гнойной пневмонии и фибринозного плеврита, мелкие очаги формирования абсцессов в лёгких.

При микроскопическом исследовании в лёгких определены различные повреждения, сопровождающиеся незначительной серозной и фибриновой экссудацией. Выход эритро-

цитов и плазмы в просвет альвеол сопровождался тромбобразованием в просветах мелких сосудов, что является локальным диссеминированным внутрисосудистым свёртыванием; рассеянные геморрагии чередовались с выпотеванием фибриновых нитей в просвет альвеол, конденсация фибрина, отложение последнего по краям стенок альвеол формировало гиалиновые мембраны параллельно с повреждением респираторного эпителия, альвеолоцитов и альвеолярных макрофагов, слущиванием последних в просвет альвеол; в ряде случаев отмечены неправильной формы альвеолоциты II типа с увеличенными ядрами с грубозернистым хроматином и отчетливыми ядрышками. Кроме выявленных признаков ДВС нами было обнаружено, что стенки альвеол отечны, инфильтрированы лимфоцитами и гистиоцитами, что соответствует картине так называемых «шоковых лёгких». Резорбция интраальвеолярных геморрагий обуславливала в поздний период ОРДС гемосидероз.

Согласно зарубежным исследованиям, в данную фазу COVID-19 инфекции в экссудате могли быть представлены эозинофилы и нейтрофилы, CD4-положительные Т-клетки [9], в альвеолярных перегородках также определены инфильтраты из CD3-позитивных Т-лимфоцитов с CD20-позитивными В-лимфоцитами, CD8-позитивные Т-клетки слегка превосходили по численности CD4-позитивные [10]. Исследование с использованием электронной микроскопии слизистой оболочки бронхов и альвеолярного эпителия II типа выявило наличие частиц коронавируса [9]. Часть альвеолярного эпителия и макрофаги при иммуногистохимическом окрашивании дали положительный ответ на антиген COVID-19. Также положительные сигналы были выявлены для нуклеиновой кислоты COVID-19 при использовании ПЦР в реальном времени [9].

Термин «respiratory distress syndrome» – достаточно распространённое понятие, и при

обзоре литературы в базе данных PubMed за период времени с 1945 по 2020 гг. выявлено около 45 000 оригинальных статей. Распространение COVID-19 в 2020 году привело к значительному увеличению количества использования данного термина по сравнению с тем же периодом 2019 года. ОРДС не является специфичным для COVID-19 инфекции; известно, что при большинстве заболеваний, характеризующихся теми или иными видами шока, также может формироваться диффузное повреждение лёгких [3, 11].

Учитывая типичное течение ОРДС при травмах и заболеваниях, вирусных инфекциях [12], при COVID-19 нами также была зафиксирована вторая фаза морфологических изменений в лёгких, приходящаяся на период времени от 8–14 суток до реконвалесценции (исхода), где наблюдалась организация очагов их повреждения. Выявление в просветах альвеол фибробластов, макрофагов, пролиферирующих эндотелиальных клеток, приводило к развитию распространённого лёгочного фиброза. По литературными данными морфологические признаки, выявленные в нашем исследовании, характеризовали две фазы ОРДС: ранняя (первые 7–8–14 суток от начала заболевания) и поздняя (более 10–15 дней от начала заболевания).

Ряд зарубежных авторов отмечает плоскоклеточную метаплазию и выраженный фиброз лёгочной паренхимы, что также наблюдалось в пяти случаях в нашем исследовании [13]. По нашему мнению, фиброз лёгочной паренхимы может обусловить развитие новообразований лёгких в отсроченный после реконвалесценции период (месяцы или годы).

До данным зарубежных специалистов, присоединение бактериального возбудителя в поздний период ОРДС обуславливает экссудацию в просвете альвеол полиморфноядерных лейкоцитов, что, в конечном счете, приводит к формированию крупных абсцессов, а

в отдельных наблюдениях – к развитию фибринозного или фибринозно-гнойного плеврита [14]. Данная картина также наблюдалась и в нашем исследовании.

Фоновые заболевания оказывали минимальное влияние на танатогенез в этой группе.

Отличительной особенностью второй группы наблюдений было выявление зависимости объёма поражения лёгочной ткани от наличия коморбидных состояний. Так объём поражения лёгочной ткани на ранней стадии ОРДС составлял не более 3–5 сегментов лёгких, их паренхима была уплотнена и практически безвоздушна в заднебазальных отделах, в передних же отделах были представлены участки острого вздутия. Ткань легких во всех случаях резалась с хрустом. В данной группе значительно чаще обнаруживались инфаркты лёгких, обтурирующие тромбы ветвей легочных артерий, наличие крупных тромбов в правых отделах сердца, в большинстве случаев отмечен тромбоз вен нижних конечностей.

В случае поздней стадии ОРДС выявлены крупные поля некроза альвеолярных перегородок со сформированными абсцессами, при этом течение в большинстве наблюдений сопровождалось фибринозно-гнойным плевритом. При микроскопическом исследовании в миокарде были зафиксированы очаги ишемии и дистрофического изменения кардиомиоцитов, отёк стромы сердца, микротромбы, мелкоочаговые кровоизлияния и ареактивные некрозы кардиомиоцитов на фоне крупных очагов постинфарктного кардиосклероза, выраженного атерокальциноза венечных сосудов. В головном мозге выявлены рассеянные мелкие очажки острых некрозов, давность представленных морфологических процессов превышала давность развития интерстициальной пневмонии.

Высокая частота тромбоза сосудов большого круга кровообращения встречалась у лиц пожилого возраста и была обусловлена

хроническим застойным венозным полнокровием. Сочетанное действие вирусной инфекции приводило к образованию тромбов, источником которых являлись вены нижних конечностей, что подтверждается и другими исследованиями [9].

Для третьей группы было характерно то, что объём поражений лёгких составлял не более 3–4 сегментов или отсутствовал вовсе. Признаки ОРДС соответствовали ранней и поздней фазе, присутствовал также экссудативный компонент за счёт вторичной инфекции. В этой группе преобладающей причиной смерти были черепно-мозговая травма (12 наблюдений), сочетанная травма (3 наблюдения), перелом бедренной кости без смещения костных отломков (2 наблюдения). Влияние фоновых заболеваний на танатогенез в одних случаях был минимален – в сердце отмечены незначительные атеросклеротические изменения сосудов или признаки кардиомиопатии у лиц зрелого возраста при ЧМТ, реже – значительные изменения в сердце и сосудах у лиц пожилого возраста при травмах конечностей, в неизменённых сегментах лёгких обнаружены явления дистелектаза или катарально-десквамативного бронхита, т.е. те, которые не имели значимых клинических показателей для постановки в качестве основного заболевания инфекцию, связанную с COVID-19.

Для того, чтобы полностью представить всю морфологическую картину, наблюдаемую в третьей группе, приводим лишь судебно-медицинский диагноз одного из подобных наблюдений: «Основное заболевание: закрытая черепно-мозговая травма: кровоподтёк правой теменной области, вдавленный перелом правой теменной кости (по медицинским документам), гемосидероз внутреннего листка твёрдой оболочки правого полушария головного мозга, очаговое кровоизлияние в мягких мозговых оболочках больших полушарий (гистологически), кровоизлияние в кору правой височной доли. Операции: декомпрес-

сивная трепанация, удаление острой субдуральной гематомы правого полушария головного мозга (объёмом 100 см³) от 16.05.2020 г. Сочетанное заболевание: новая коронавирусная инфекция (COVID-19) ИМГ: от 1*.06.2020 г. № 04069***; от 1*.06.2020 г. № 037***; от 2*.06.2020 г. № 03908***, от **.06.2020 г. № 04382*** nCoV IgM < 2, nCoV IgG < 10). Осложнения основного заболевания: двухсторонняя очаговая пневмония во 2–4, 8–7 сегментах лёгких вирусно-бактериальной этиологии (*Klebsiella* sp, *Pseudomonas aeruginosa*) с геморрагическим компонентом и формированием гиалиновых мембран. Отёк и очаговая эмфизема лёгких. Отёк головного мозга и мягкой мозговой оболочки. Неравномерное кровенаполнение внутренних органов и тканей. Сопутствующие заболевания: хроническая ишемическая болезнь сердца: атеросклероз венечных артерий (IV стадия, 2 степень, стеноз до 50 %), мелкоочаговый диффузный кардиосклероз. Фиброз мягких мозговых оболочек. Жировой гепатоз».

Для всех трёх исследуемых групп были характерны следующие клинко-морфологические закономерности: повышение концентрации прокальцитонина, креатинина, мочевины и мочевой кислоты в сочетании с выраженной гидропической дистрофией эпителия канальцев почек, мелковакуольная дистрофия гепатоцитов с формированием некрозов отдельных клеток в следствие ДВС-синдрома (образование тромбов в мелких сосудах) в сочетании с обострением хронических заболеваний. Выявленные клинко-морфологические закономерности были также описаны другими исследователями [15–19].

Наличие ACE2 рецепторов, чувствительных к COVID-19, не только в легких, но также и в органах, включая желудочно-кишечный тракт, приводит к изменениям в данных структурах [20]. Вследствие чего гистологическая диагностика будет сводиться к обнаружению возбудителя в эпителии путем ПЦР.

Для дифференциальной диагностики повреждений, обнаруженных в результате воздействия суперинфекции, необходимо применение мультиплексной ПЦР, которая определит истинную инфекционную нагрузку и выявит ведущего возбудителя [21]. Кроме того, исследование COVID-19 инфекции должно включать оценку не только наличия реплицирующихся агентов, но и числа их копий в единице объема изучаемого материала. Исследуя случаи других видов генерализованных инфекций, к примеру, вируса герпеса человека IV типа, можно отметить, что смерть от данного возбудителя возможна лишь при наличии высоких титров IgM с нарастанием титров IgG при условии обнаружения данного возбудителя в организме в определённый период после манифестации инфекции с числом копий 10^{4-5} в единице объема крови, а никак не следовых копий. Следовательно, наличие минимального числа частиц COVID-19 не является показателем смерти от коронавирусной инфекции. В ближайшее время у многих появится поствакцинальный иммунитет, когда в крови будут выявляться IgG в высоких титрах при минимальных значениях IgM и отрицательной полимеразно-цепной реакции. Поэтому, оценка вклада каждой причины в наступление смерти имеет колоссальное значение [22]. Обладая высокой мутационной способностью в перспективе, вирус способен в конечном счете «обосноваться» в нервной системе и вызвать высокую частоту развития аритмий, а также необратимые нейродегенеративные заболевания, изменение слуха и зрения, а не только вкуса, по аналогии с вирусами герпеса, токсоплазмы и т.п. [23].

Заключение

Острый респираторный дистресс-синдром при COVID-19 имеет цикличность течения, где выделены две фазы: ранняя (первые

7–8–14 суток от начала заболевания) и поздняя (более 10–15 дней от начала заболевания). Морфология лёгких при этом будет различной. Присоединение неспецифического возбудителя в позднюю фазу ОРДС обуславливает широкий полиморфизм морфологической картины, COVID-19 поражает не только лёгкие, но и ЖКТ, а в перспективе – нервную систему.

Проблемность диагностики COVID-19 состоит также в том, что он в большинстве своём коморбиден (сочетание инфекции с заболеваниями внутренних органов, носительством другой хронической инфекции). В современной литературе на данный момент большинство наблюдений ОРДС связано не с COVID-19, а с широким спектром ненасильственных и насильственных причин смерти, ведущими из которых являются травма, утопление, повешение и т.д., что предполагает проведение дифференциальной диагностики подобных случаев.

Тяжёлая травма, действие крайних температур, асфиксия, травматический шок, черепно-мозговая травма, травматическое воздействие на органы грудной клетки с повреждением лёгочной ткани, массивные разрывы мышечной ткани обуславливают развитие гистологических признаков ОРДС, а качественная молекулярно-генетическая экспертиза образца в ряде случаев приводит к гипердиагностике COVID-19 и нивелирует насильственный характер смерти.

Определение патологоанатомических субстратов и патофизиологических механизмов смерти пациентов с COVID-19, а также описание подобных случаев вскрытий в литературе является достаточно редкими, но в тоже время необходимой и крайне полезной информацией для всестороннего анализа проблемы, а также имеет высокий клинический и эпидемиологический интерес.

Литература/ References

- 1 World Health Organization. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 – 29 June 2020 [speech]; 2020.
- 2 Noor AU, Maqbool F, Bhatti ZA, Khan AU. Epidemiology of COVID-19 Pandemic: Recovery and mortality ratio around the globe. *Pak J Med Sci.* 2020;36(COVID19-S4):COVID19-S79-S84. PMID: 32582319. <https://doi.org/10.12669/pjms.36.COVID19-S4.2660>
- 3 Зайратьянц О.В., Самсонова М.В., Михалева Л.М., Черняев А.Л., Мишнев О.Д., Крупнов Н.М., Калинин Д.В. Патологическая анатомия COVID-19 (атлас). Москва, 2020. С. 116. [Zayratyants O.V., Samsonova M.V., Mikhaleva L.M., Chernyaev A.L., Mishnev O.D., Krupnov N.M., Kalinin D.V. Pathological anatomy of COVID-19 (atlas). Moscow, 2020. P. 116. (In Russ)].
- 4 Временные методические рекомендации. «Исследование умерших с подозрением на коронавирусную инфекцию» / под ред. академика РАН, проф., д-ра мед. наук Г.А. Франка и д-ра мед. наук А.В. Ковалева. Москва, 2020. С. 431. [Temporary guidelines. "Study of deaths with suspected coronavirus infection." Academician of the Russian Academy of Sciences, prof., G.A. Frank and A.V. Kovalev. Moscow, 2020. P. 431. (In Russ)].
- 5 He F, Deng Y, Li W. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): What we know? *Journal of Medical Virology.* 2020;92(7):719-725. PMID: 32170865. <https://doi.org/10.1002/jmv.25766>
- 6 Yang X, Yu Y, Xu J, et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centred, retrospective, observational study. *The Lancet Respiratory Medicine.* 2020;8(5):475-481. PMID: 32105632. [https://doi.org/10.1016/s2213-2600\(20\)30079-5](https://doi.org/10.1016/s2213-2600(20)30079-5)
- 7 Hoffmann M, Kleine-Weber H, Schroeder S, et al. SARS-CoV-2 Cell Entry Depends on ACE2 and TMPRSS2 and Is Blocked by a Clinically Proven Protease Inhibitor. *Cell.* 2020;181(2):271-280. PMID: 32142651. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.02.052>
- 8 Pomara C, Li Volti G, Cappello F. COVID-19 Deaths: Are We Sure It Is Pneumonia? Please, Autopsy, Autopsy, Autopsy! *Journal of Clinical Medicine.* 2020;9(5):1259. PMID: 32357503. <https://doi.org/10.3390/jcm9051259>
- 9 Yao XH, Li TY, He ZC, Ping YF, Liu HW, Yu SC et al. A pathological report of three COVID-19 cases by minimally invasive autopsies. *Zhonghua Bing Li Xue Za Zhi.* 2020;15;49(0):E009. PMID: 32172546. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112151-20200312-00193>
- 10 Barton L.M., Duval E.J., Stroberg E., Ghosh S., Mukhopadhyay S. COVID-19 Autopsies, Oklahoma, USA. *American Journal of Clinical Pathology.* 2020;153(6):725-733. PMID: 32275742. <https://doi.org/10.1093/ajcp/aqaa062>
- 11 Ding Y, Wang H, Shen H, et al. The clinical pathology of severe acute respiratory syndrome (SARS): a report from China. *J Pathol.* 2003;200(3):282-289. PMID: 12845623. <https://doi.org/10.1002/path.1440>
- 12 Bradley B.T., Bryan A. Emerging respiratory infections: The infectious disease pathology of SARS, MERS, pandemic influenza, and Legionella. *Seminars in Diagnostic Pathology.* 2019 May;36(3):152-159. PMID: 31054790. <https://doi.org/10.1053/j.semdp.2019.04.006>
- 13 Edler C., Schröder A.S., Aepfelbacher M., Fitzek A., Heinemann A., Heinrich F., et al. Correction to: Dying with SARS-CoV-2 infection-an autopsy study of the first consecutive 80 cases in Hamburg, Germany. *International Journal of Legal Medicine.* 2020;1:1001-1254. PMID: 32500199. <https://doi.org/10.1007/s00414-020-02317-w>
- 14 Hanley B., Lucas S.B., Youd E., Swift B., Osborn M. Autopsy in suspected COVID-19 cases. *Journal of Clinical Pathology.* 2020;73(5):239-242. PMID: 32198191. <https://doi.org/10.1136/jclinpath-2020-206522>
- 15 Wichmann D., Sperhake J.P., Lütgehetmann M., Steurer S., Edler C., Heinemann A., et al. Autopsy Findings and Venous Thromboembolism in Patients With COVID-19: A Prospective Cohort Study. *Annals of internal medicine.* 2020;20:2003. PMID: 32374815. <https://doi.org/10.7326/M20-2003>
- 16 Kislov M.A., Chauhan M., Pigolkin Y.I., Chumakova Y.V. Morphological diagnostics of covid-19 deaths. *International Journal of Medical Toxicology and Legal Medicine.* 2021 January-June;24(1-2):154-159. <https://doi.org/10.5958/0974-4614.2021.00027.9>
- 17 Kislov M.A., Chauhan M., Frishons J., Krupin K.N., Zhiganova M.S. Newer techniques to prevent infection in medico-legal autopsies for covid-19 positive dead. *International Journal of Medical Toxicology and Legal Medicine.* 2021 January-June;24(1-2):90-93. <https://doi.org/10.5958/0974-4614.2021.00013.9>

- 18 Пиголкин Ю.И., Кислов М.А., Должанский О. В., [и др.]. Атлас по судебно-медицинской гистологии: учебное пособие. Москва, 2021. 184 с. [Pigolkin YU.I., Kislov M.A., Dolzhanskij O.V., et al. Atlas po sudebno-medicinskoj gistologii: uchebnoe posobie. Moskva, 2021. 184 p. (In Russ)]. <https://doi.org/10.33029/9704-6194-5-AFH-2021-1-184>
- 19 Клевно В.А., Кислов М.А., Эрлих Э. Секционная техника и технологии исследования трупов: учебное пособие. Москва, 2019. 232 с. [Klevno V.A., Kislov M.A., Erlih E. Sekcionnaya tekhnika i tekhnologii issledovaniya trupov: uchebnoe posobie. Moskva, 2019. 232 p. (In Russ)].
- 20 Xiao F, Tang M, Zheng X, Liu Y, Li X, Shan H. Evidence for gastrointestinal infection of SARS-CoV-2, *Gastroenterology*. 2020 May;158(6):1831-1833. PMID: 32142773. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.02.055>
- 21 Yagmur G., Ziyade N., Elgormus N., Das T., Sahin M. F., Yildirim M., et al. Postmortem diagnosis of cytomegalovirus and accompanying other infection agents by real-time PCR in cases of sudden unexpected death in infancy (SUDI). *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2016 Feb;38:18-23. PMID: 26694873. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2015.11.008>
- 22 Yu C., Zhou M., Liu Y., Guo T., Ou C., Yang L., et al. Characteristics of asymptomatic COVID-19 infection and progression: A multicenter, retrospective study. *Virulence*. 2020 Dec;11(1):1006-1014. PMID: 32722990. <https://doi.org/10.1080/21505594.2020.1802194>
- 23 Porzionato A., Emmi A., Stocco E., Barbon S., Boscolo-Berto R., Macchi V., et al. The potential role of the carotid body in COVID-19. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*. 2020 Oct 1;319(4):L620-L626. PMID: 32755325. <https://doi.org/10.1152/ajplung.00309.2020>

Конфликт интересов. Автор О.Н. Павлова является ответственным секретарем журнала. В рецензировании данной работы участия не принимала.

Competing interests. Author O.N. Pavlova is the executive secretary of the journal. She did not participate in the review of this work.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Funding. This research received no external funding.

Авторская справка

**Степанов Сергей
Алексеевич**

ассистент кафедры судебной медицины, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский университет), Москва, Россия
E-mail: stepanov_s_a@staff.sechenov.ru
ORCID 0000-0001-7888-3104, eLibrary SPIN: 9673-3580
Вклад в статью 33 % – научная редакция рукописи, написание текста статьи

**Жиганова Марианна
Сергеевна**

студентка 3-го курса, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский университет), Москва, Россия
E-mail: zhiganova.marianna@yandex.ru
ORCID 0000-0003-1741-4229
Вклад в статью 33 % – сбор данных и обработка полученной информации

**Павлова Ольга
Николаевна**

доктор биологических наук, доцент, заведующая кафедрой физиологии с курсом безопасности жизнедеятельности и медициной катастроф, Самарский государственный медицинский университет, Самара, Россия
ORCID 0000-0002-8055-1958
Вклад в статью 34 % – анализ данных литературы, общее редактирование работы

Статья поступила 10.05.2022

Одобрена после рецензирования 14.06.2022

Принята в печать 18.06.2022

Received May, 10th 2022

Approved after reviewing June, 14th 2022

Accepted for publication June, 18th 2022