

УДК 616.91, 616-08-035, 616-079.1

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-1-39-50>

© Ратникова А.К., Гриневиц В.Б., Ратников В.А., Козлов К.В., 2022 г.

ИЗМЕНЕНИЯ ОРГАНОВ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА ПРИ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ (COVID-19): КОМПЬЮТЕРНО-ТОМОГРАФИЧЕСКАЯ СЕМИОТИКА

^{1,4}А. К. Ратникова, ²В. Б. Гриневиц, ^{1,3}В. А. Ратников*, ²К. В. Козлов

¹Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова Федерального медико-биологического агентства России, Санкт-Петербург, Россия

²Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

³Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

⁴«Первая Линия», Health Care Resort, Санкт-Петербург, Россия

Введение. Новая коронавирусная инфекция (COVID-19) представляет собой патогенетически сложное заболевание, отличающееся вовлечением в патологический процесс основных органов и систем человека, в том числе органов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ).

Цель: изучить гастроэнтерологические проявления COVID-19 у больных легкой и средней степени тяжести на основе анализа данных комплексного, в том числе компьютерно-томографического, обследования.

Материал и методы. В исследование включены 80 пациентов, госпитализированных с подтвержденным диагнозом COVID-19 (19 больных с легкой степенью и 61 — со средней степенью тяжести), которым выполнено комплексное оригинальное обследование при поступлении в стационар и амбулаторно на 8-й неделе динамического наблюдения. В комплексной терапии 41 больного использован препарат ребамипид. Объем обследования включал анкетирование, традиционные клинические, клинико-лабораторные, биохимические, инструментальные и лучевые исследования, уникальные методики изучения микробиоты и кишечной проницаемости. Всем пациентам также выполнена компьютерная томография (КТ) органов грудной клетки с последующим анализом и постпроцессорной обработкой изображений верхнего отдела брюшной полости. Также в исследование включена группа из 43 стационарных пациентов со средней степенью тяжести заболевания, в качестве контрольной использована группа из 17 практически здоровых пациентов.

Результаты и выводы. Предложена методика качественной и количественной оценки состояния паренхиматозных и полых органов верхнего отдела брюшной полости по данным КТ. Установлено, что при средней степени тяжести COVID-19 количественные критерии (рентгеновская плотность печени, поджелудочной железы, желчи) были подвержены более выраженным отклонениям, как и диаметр толстой кишки. Дополнительные диагностические возможности стандартного протокола КТ органов грудной клетки у больных COVID-19 связаны с постпроцессорным анализом изображений органов брюшной полости.

Ключевые слова: новая коронавирусная инфекция, COVID-19, SARS-CoV-2 компьютерная томография (КТ), постпроцессорный анализ, рентгеновская плотность, единицы Хаунсфилда (HU), желудочно-кишечный тракт (ЖКТ)

*Контакт: Ратников Вячеслав Альбертович, dr.ratnikov@mail.ru

© Ratnikova A.K., Grinevich V.B., Ratnikov V.A., Kozlov K.V., 2022

CHANGES IN THE ORGANS OF THE GASTROINTESTINAL TRACT IN A NEW CORONAVIRUS INFECTION (COVID-19): COMPUTED TOMOGRAPHY SEMIOTICS

^{1,4}Anna K. Ratnikova, ²Vladimir B. Grinevich, ^{1,3}Viacheslav A. Ratnikov*, ²Konstantin V. Kozlov

¹North-West District Scientific and Clinical Center named after L. G. Sokolov Federal Medical and Biological Agency, St. Petersburg, Russia

²Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

³St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

⁴«Pervaya Liniya», Health Care Resort, St. Petersburg, Russia

Introduction. A new coronavirus infection (COVID-19) is a pathogenetically complex disease characterized by the involvement of the main human organs and systems in the pathological process, including the organs of the gastrointestinal tract (gastrointestinal tract).

Purpose: to study the gastroenterological manifestations of COVID-19 in patients of mild and moderate severity based on the analysis of complex data, including computed tomography examination.

Material and methods. The study included 80 patients hospitalized with a confirmed diagnosis of COVID-19 (19 patients with mild and 61 with moderate severity) who underwent a comprehensive original examination upon admission to the hospital and outpatient at week 8 of dynamic follow-up. In the complex therapy of 41 patients, the drug rebamipid was used. The scope of the examination included questionnaires, traditional clinical, clinical and laboratory, biochemical, instrumental and radiation studies, unique methods for studying microbiota and intestinal permeability. All patients also underwent computed tomography (CT) of the chest organs,

followed by analysis and postprocessing of images of the upper abdominal cavity. The study also included a group of 43 inpatient patients with moderate severity of the disease, a group of 17 practically healthy patients was used as a control.

Results and conclusions. A method of qualitative and quantitative assessment of the state of parenchymal and hollow organs of the upper abdominal cavity according to CT data is proposed. It was found that with moderate severity of COVID-19, quantitative criteria (attenuation coefficient of the liver, pancreas, bile) were subject to more pronounced deviations, as was the diameter of the colon. Additional diagnostic capabilities of the standard chest CT protocol in patients with COVID-19 are associated with postprocessor analysis of images of abdominal organs.

Key words: new coronavirus infection, COVID-19, SARS-CoV-2, computer tomography (CT), postprocessor analysis, attenuation coefficient, HU, gastrointestinal tract (GIT)

*Contact: *Ratnikov Viacheslav Albertovich, dr.ratnikov@mail.ru*

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Ратникова А.К., Гриневич В.Б., Ратников В.А., Козлов К.В. Изменения органов желудочно-кишечного тракта при новой коронавирусной инфекции (COVID-19): компьютерно-томографическая семиотика // *Лучевая диагностика и терапия.* 2022. Т. 13, № 1. С. 39–50, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-1-39-50>.

Conflict of interest: the authors stated that there is no potential conflict of interest.

For citation: Ratnikova A.K., Grinevich V.B., Ratnikov V.A., Kozlov K.V. Changes in the organs of the gastrointestinal tract in a new coronavirus infection (COVID-19): computed tomography semiotics // *Diagnostic radiology and radiotherapy.* 2022. Vol. 13, No. 1. P. 39–50, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-1-39-50>.

Введение. Раннее выявление, дифференциальная диагностика, персонифицированные схемы лечения новой коронавирусной инфекции (COVID-19), а также создание алгоритмов профилактики осложнений и реабилитации больных, перенесших это грозное заболевание, — основные векторы научно-клинических изысканий и развития инфектологии и внутренней медицины, клинико-лабораторной и лучевой диагностики, эпидемиологии и вирусологии. Безусловно, именно возможности методов визуализации, в частности, компьютерной томографии (КТ) представляют особые перспективы в междисциплинарном взаимодействии заинтересованных специалистов [1, с. 1068]. Подтверждением этого суждения является уже накопленный опыт эффективного применения КТ в качестве базовой технологии диагностики вирусного поражения легких, вызванного SARS-CoV [2, 1282].

Обобщение и систематизация КТ-семиотики COVID-19, касающейся поражения легких, достаточно широко представлены в данных научных исследований [3, с. 81; 4, с. 155]. Определена роль КТ не только на этапе первичной диагностики заболевания, но и в оценке эффективности лечения пациентов с COVID-19, а также в процессе динамического наблюдения за больными, перенесшими заболевание [5, с. 116; 6, с. 3182]. В то же время совершенно очевидно, что дальнейшего изучения требуют механизмы вовлечения в процесс других органов-мишеней, а также мультисистемные осложнения заболевания [7, с. 499].

В связи с активным развитием и внедрением в клиническую практику искусственного интеллекта и обучающих моделей, все более актуальными являются исследования, направленные на поиск и разработку количественных параметров оценки не только результатов КТ грудной клетки, но и других органов-мишеней у больных COVID-19 на разных

этапах диагностики и лечения [8, с. 5; 9, с. 246]. При этом необходимо отметить, что подход к анализу результатов КТ грудной клетки с использованием количественных и полуколичественных критериев, отражение полученных результатов во врачебных заключениях соответствует требованиям существующих регламентирующих документов [10, с. 32]. Безусловно, необходим также поиск новых подходов к эффективному использованию программ постпроцессорного исследования результатов КТ грудной клетки не только применительно к легочной ткани, но и к смежным органам ЖКТ.

В отношении фиброза легких, как одного из наиболее очевидных результатов перенесенного заболевания, мнение большинства исследователей практически едино [11, с. 754]. Однако в отношении целого ряда лучевых признаков остаточного поражения органов-мишеней у больных, перенесших COVID-19, данные литературы остаются противоречивыми [12, с. 89]. Это, в свою очередь, требует поиска путей профилактики фиброзных изменений в легких и разработки алгоритмов мониторинга пациентов после перенесенного COVID-19 [13, с. 184]. Одним из перспективных направлений в этом плане является применение препаратов, влияющих на кишечную проницаемость, в частности, ребамипида [14, с. 1252], а также разработка лучевых критериев их эффективности.

Несомненно, оценивать преимущества проведения КТ грудной клетки в диагностике COVID-19 необходимо с учетом потенциальных рисков для больных. Известно, что стандартная доза КТ грудной клетки находится в диапазоне около 1,8 мЗв, а протокол с низкой дозой может быть эффективным для выявления поражения легких при COVID-19 с дозой около 0,2 мЗв [15, с. 4356]. Необходимость получения любой дополнительной диагностической информации при использовании КТ должна быть обоснованной

и соотноситься с потенциальным побочным эффектом избыточной лучевой нагрузки. Именно поэтому представляется целесообразным оценить изменения органов верхних отделов брюшной полости (печени, кишечника, панкреатобилиарной системы и селезенки) у больных COVID-19 проводить на этапе постпроцессорного анализа данных стандартного КТ протокола исследования органов грудной клетки.

Целью нашего исследования явилось изучение гастроэнтерологических проявлений новой коронавирусной инфекции (COVID-19) у больных легкой и средней степени тяжести на основе анализа данных комплексного, в том числе, компьютерно-томографического, обследования. Задачами исследования явились разработка методики оценки результатов КТ органов грудной клетки с постпроцессорным анализом изображений верхних отделов брюшной полости, выявление КТ-критериев, связанных с гастроэнтерологическими проявлениями COVID-19, внедрение в клиническую практику количественных критериев оценки состояния органов ЖКТ у больных COVID-19, определение КТ-признаков эффективности применения ребамипида.

Материалы и методы. Оригинальное исследование выполнено на базе ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр им. Л. Г. Соколова ФМБА России» (СЗОНКЦ им. Л. Г. Соколова) в период с июля 2020 по март 2021 с включением в протокол 123 пациентов с COVID-19. Распределение больных по группам было определено дизайном исследования и включало: 80 пациентов, госпитализированных с подтвержденным диагнозом COVID-19 (19 больных с легкой и 61 — со средней степенью тяжести), которым выполнено комплексное обследование (стандарт обследования этой группы пациентов дополнен уникальными методиками изучения микробиоты и кишечной проницаемости) при поступлении в стационар и амбулаторно на 8-й неделе динамического наблюдения. В комплексной терапии 41 из этих больных использован препарат ребамипид (8 недель в стандартной дозировке), направленный на купирование гастроэнтерологических проявлений и влияющий на кишечную проницаемость. Также в исследование включена группа из 43 стационарных пациентов со средней степенью тяжести заболевания, комплекс обследования которой выполнен при поступлении и выписке из стационара). Пациенты были госпитализированы в среднем на 7-й день болезни (5,0; 9,0). В качестве контрольной использована группа из 17 практически здоровых индивидуумов, проходивших амбулаторное обследование в СЗОНКЦ им. Л. Г. Соколова. Группы пациентов не отличались по соответствующим демографическим и клиническим характеристикам. В исследование не включали пациентов с хроническими вирусными гепатитами (В и С), анемией любой этиологии, а также тех больных, лечение которых потребовало их перевода в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ).

Всем пациентам с COVID-19 при поступлении и выписке из стационара выполнен стандартный объем обследования и лечения, определена степень тяжести заболевания в соответствии с актуальными итерациями Временных методических рекомендаций Министерства здравоохранения Российской Федерации по профилактике, диагностике и лечению новой коронавирусной инфекции [11, с. 28].

При выполнении КТ органов грудной клетки использован стандартный протокол «THORAX» с захватом верхнего отдела брюшной полости. Физико-технические параметры сканирования: напряжение на рентгеновской трубке — 120 кВ, экспозиция (мАс) — автоматически определялась в соответствии с заложенной программой (35–40), максимальное время сканирования — 9 сек, коллимация толщины срезов — 0,6 мм (сканирование 64×0,6 мм или 40×0,6 мм). Первичная реконструкция: поле обзора — 300×300 мм, 1 серия — мягкотканый фильтр с Kernel В31 (окно Mediastinum) с толщиной среза 1,5 мм, 2 серия — высокоразрешающий фильтр с Kernel В70 (окно Lung) с толщиной среза 1,5 мм. Общая эффективная доза излучения (Е) не превышала 3,2–6 мЗв. Анализ изменений легочной ткани выполняли на изображениях с высокоразрешающим фильтром реконструкции, изменений органов средостения, грудной стенки, лимфатических узлов и паренхиматозных органов брюшной полости — на изображениях с мягкотканым фильтром (рис. 1).

Качественной и количественной постпроцессорной оценке подвергнуты изображения органов грудной клетки (изучено количество и плотность очагов в легких), линейные размеры и плотностные характеристики (в единицах Хаунсфилда, НУ) печени, поджелудочной железы и селезенки, желчного пузыря (когда он попадал в зону сканирования), диаметры кишки и пищевода, в баллах оценено наличие метеоризма. Кроме этого, изучены толщина и плотность подкожной жировой клетчатки. Особенности планирования КТ органов грудной клетки и возможности анализа изображений верхних отделов брюшной полости представлены на рис. 2.

Весь спектр полученных данных трансформирован в информационную базу, представленную 720 параметрами оценки состояния каждого пациента, адаптированную для последующей математико-статистической обработки. Статистический анализ проводился в программе IBM SPSS 20.0.

Результаты и их обсуждение. При легкой степени тяжести COVID-19 (19 больных) клинические, вирусологические и клинико-лабораторные проявления заболевания не сопровождалось поражением легких по данным КТ. При средней тяжести заболевания, верифицированной у 104 больных, температура тела поднималась выше 38° С, повышалась частота дыхания выше 22 дыхательных движений в 1 мин, отмечалась одышка, снижение сатурации гемоглобина

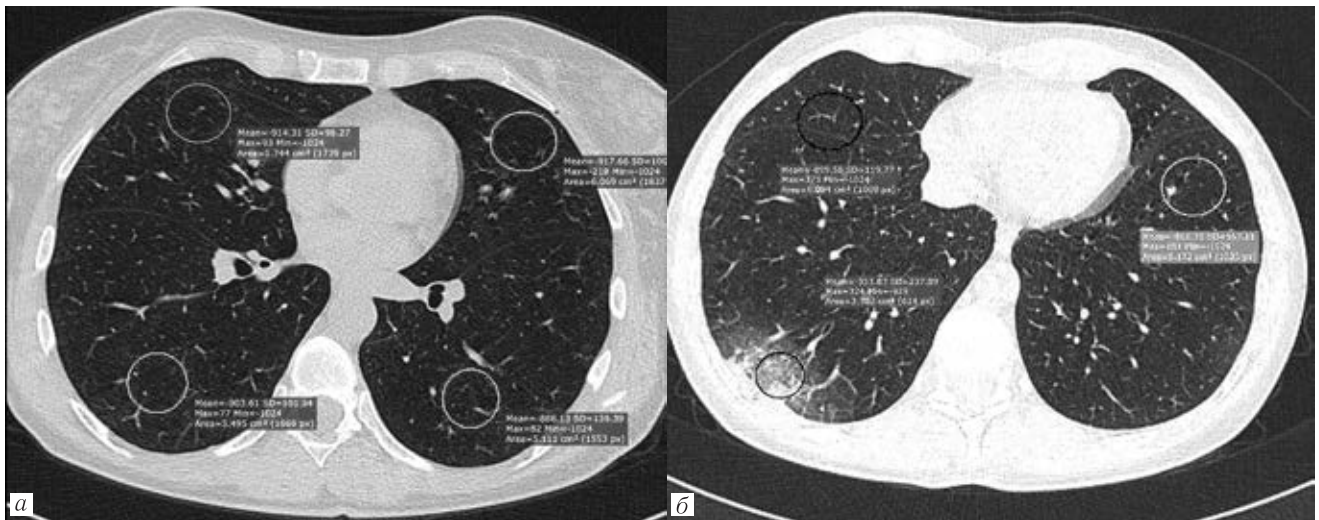


Рис. 1. Больная К., 68 лет. Диагноз: COVID-19. КТ органов грудной клетки (протокол Thorax). Аксиальные срезы: *a* — 4-й день болезни, поступление в стационар. Очагового и инфильтративного поражения легочной ткани не определяется, рентгеновская плотность легких находится в диапазоне от $-888,13$ ед. HU (в нижних долях) до $-917,66$ ед. HU (в верхних долях). КТ-0; *б* — контрольное исследование на 6 сутки пребывания в стационаре. В нижнебазальных отделах правого легкого определяется характерный КТ-признак пневмонии при COVID-19 со снижением рентгеновской плотности очага до $-353,87$ ед. HU. КТ-1

Fig. 1. Patient K., 68 years old. Diagnosis: COVID-19. CT of the chest organs (Thorax protocol). Axial sections: *a* — the 4th day of illness, admission to the hospital. Focal and infiltrative lesions of the lung tissue are not determined, the density (attenuation coefficient) of the lungs is in the range from -888.13 HU units (in the lower lobes) to -917.66 HU units (in the upper lobes). CT-0; *b* — a control study for the 6th day of hospital stay. In the lower basal parts of the right lung, a characteristic CT sign of pneumonia in COVID-19 is determined with a decrease in the density of the focus to -353.87 units HU. CT-1

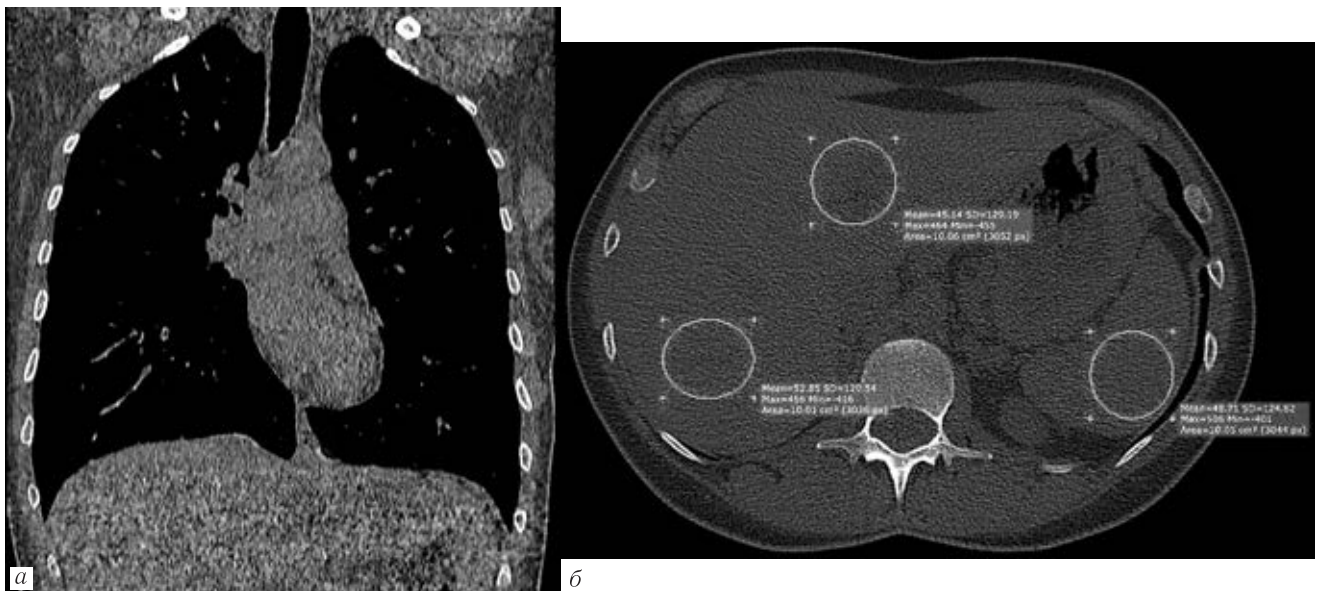


Рис. 2. Больной М., 45 лет. Диагноз: COVID-19, легкая степень тяжести, КТ-0. Выполнено стандартное компьютерно-томографическое исследование органов грудной клетки (протокол Thorax, $E=3,15$ мЗв). Как представлено на мультипланарной реконструкции (*a*), объем сканирования позволяет оценить верхние отделы брюшной полости. При дальнейшем постпроцессорном анализе изображений верхнего отдела брюшной полости выполнено исследование рентгеновской плотности печени и селезенки, аксиальный срез (*б*). Рентгеновская плотность печени у данного пациента составила $(57,28+53,99)/2=55,64$ ед. HU. С учетом показателя селезенки, равного $40,6$ ед. HU, индекс соотношения плотностей составил $55,64/40,6=1,37$ усл. ед.

Fig. 2. Patient M., 45 years old. Diagnosis: COVID-19, mild severity, CT-0. A standard computed tomography examination of the chest organs was performed (Thorax protocol, $E=3.15$ mSv). As shown in the multiplanar reconstruction (*a*), the volume of the scan allows you to evaluate the upper abdominal cavity. With further postprocessor analysis of images of the upper abdominal cavity, a study of the density (attenuation coefficient) of the liver and spleen, axial section (*b*) was performed. The density of the liver in this patient was $(57.28+53.99)/2=55.64$ units HU. Taking into account the spleen index equal to 40.6 HU units, the density ratio index (LSR) was $55.64/40.6=1.37$ units

кислородом ниже 95%, а также выявлялись характерные признаки вирусного поражения легких по данным КТ.

Наиболее частым клиническим проявлением COVID-19 была лихорадка, которая отмечалась у 88%

неделе динамического наблюдения установлены характерные особенности индексов соотношения рентгеновской плотности печени к плотности селезенки (ИСППС), определенные по разработанной нами методике (табл. 1).

Таблица 1
Значения индексов соотношения рентгеновской плотности печени к плотности селезенки, медиана (стандартное отклонение), усл. ед.

Table 1
The values of the indices of the ratio of the X-ray density of the liver to the density of the spleen, median (standard deviation), units

№ п/п	Группа пациентов	Временной интервал				
		1	2	р (1/2)	3	р (1/3)
1	Легкая (n=19)	1,106 (0,140)	—	—	1,169 (0,108)	0,016
2	Средняя (n=61)	1,116 (0,259)	—	—	1,190 (0,217)	0,009
3	Средняя (n=43)	1,063 (0,350)	1,251 (0,343)	0,004	—	—

пациентов, наличие аносмии наблюдалось примерно у половины пациентов. По данным анкетирования наличие диспептического синдрома установлено более, чем у 84% пациентов, причем наиболее частым симптомом было наличие метеоризма и неустойчивого стула — у 53% пациентов. Снижение аппетита наблюдалось также более, чем у половины больных пациента. Наличие абдоминального болевого синдрома по результатам проведенного анкетирования выявлено у 45% пациентов. При этом для больных COVID-19 не была характерна боль определенной локализации: наиболее выраженными были боли в эпигастрии — 6,0 (4,5; 6,5), внизу живота — 6,0 (5,0; 7,0) и ночные боли — 5,5 (3,0; 7,0). Длительность проявлений диспепсии у больных средней степени тяжести была статистически значимо ($p=0,041$) больше — 15,0 (10,5; 21,0) дней, чем у больных легкой степени тяжести — 13,5 (9,0; 15,0) дня.

По данным анализа клинико-биохимических показателей в группах установлено, что у больных COVID-19 средней степени тяжести была тенденция к снижению концентрации гемоглобина, количества эритроцитов, лимфоцитов, увеличению количества тромбоцитов и лейкоцитов. Статистически значимо выше ($p<0,01$) при этом было относительное и абсолютное количество сегментоядерных нейтрофилов, а также СОЭ. По сравнению с контрольной группой у больных COVID-19 отмечено статистически значимое повышение активности АЛТ и АСТ, ЛДГ, содержания СРБ, общего билирубина и Д-димера, снижение содержания альбумина и калия, протромбина. При более тяжелом течении заболевания статистически значимо ($p<0,001$) выше была активность АЛТ и АСТ, содержание глюкозы, СРБ, ферритина, ЛДГ, фибриногена, Д-димера. Статистически значимо ниже ($p<0,01$) в этой группе пациентов было содержание общего белка, альбумина.

По данным математико-статистического анализа результатов КТ в группах пациентов на этапе поступления в стационар, при выписке и на 8-й

Важно отметить, что индекс соотношения плотности печени и селезенки (ИСППС) в контрольной группе составил 1,39 (0,247) усл. ед. Как представлено в таблице, ИСППС во всех группах при поступлении в стационар был статистически значимо ($p=0,048$) ниже, чем в контрольной группе, при этом между группами значимых различий во временной интервал 1 практически не было. Это отражено также графически на рис. 3.

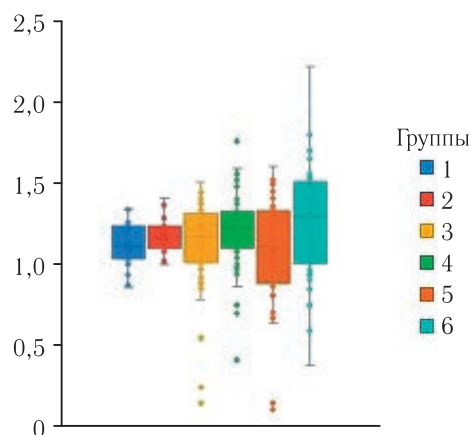


Рис. 3. Индексы соотношения рентгеновской плотности печени к плотности селезенки (условные единицы).

Группа 1 — пациенты легкой степени тяжести на этапе госпитализации (временной интервал 1), группа 2 — они же на амбулаторном этапе (временной интервал 3), группа 3 и 4 — аналогичные временные интервалы для больных средней степени тяжести, группа 5 и 6 — пациенты средней степени тяжести на этапе поступления и выписки из стационара (временной интервал 1 и 2 соответственно)

Fig. 3. Indices of the ratio of the density (attenuation coefficient) of the liver to the density of the spleen (conventional units). Group 1 — patients of mild severity at the stage of hospitalization (time interval 1), group 2 — they are at the outpatient stage (time interval 3), group 3 and 4 — similar time intervals for patients of moderate severity, group 5 and 6 — patients of moderate severity at the stage of admission and discharge from the hospital (time interval 1 and 2, respectively)

Как представлено в табл. 1 и на рис. 3, в процессе лечения отмечено статистически значимое увеличение ИСППС во всех группах, особенно выраженное у пациентов, перенесших COVID-19 средней степени тяжести на амбулаторном этапе обследования (временной интервал 3). Данная динамика находилась в обратной статистически значимой взаимосвязи с показателями цитолиза (АЛТ, АСТ) ($r = -0,771$, $p = 0,0001$).

Одним из наиболее значимых результатов исследования было то, что в группе больных, принимающих ребамипид ($n = 41$), на 8-й неделе наблюдения, ни у одного больного не выявлено остаточных изме-

нений в легких (0), в то время как в группе сравнения ($n = 39$) очаги фиброза верифицированы статистически значимо чаще — 4,00 (0,00; 8,00) ($p = 0,00000302$). Также установлено, что целый ряд параметров, отражающих состояние органов ЖКТ по данным КТ, на фоне приема ребамипида статистически значимо изменялся (нормализовался) на этапе амбулаторного обследования (временной интервал 3) по сравнению с этапом поступления (временной интервал 1) (табл. 2).

Следует также отметить, что в группе больных, не принимавших ребамипид, изменения указанных параметров имели аналогичную направленность,

Таблица 2
Динамика основных параметров состояния органов ЖКТ на фоне приема ребамипида по данным КТ, медиана (стандартное отклонение)

Table 2
Dynamics of the main parameters of the state of the gastrointestinal tract against the background of taking rebamipid according to CT, median (standard deviation)

№ п/п	Наименование показателя, единицы измерения	Значение		р, значение
		временной интервал 1	временной интервал 3	
1	2	3	4	5
1	Печень правая доля толщина, см	14,95 (2,06)	14,64 (1,86)	0,0707
2	Печень левая доля толщина, см	7,21 (1,82)	6,88 (1,35)	0,04
3	Печень ширина органа, см	18,01 (3,01)	17,19 (2,52)	0,0131
4	Печень правая доля рентгеновская плотность, ед. НУ	48,5 (10,6)	57,24 (7,54)	0,000000786
5	Печень левая доля рентгеновская плотность, ед. НУ	49,8 (11,4)	59,11 (7,65)	0,000000518
6	Печень площадь поперечного среза, см ²	181,7 (43,8)	181,2 (39,2)	0,91
7	Печень периметр поперечного среза, см	54,10 (7,29)	53,53 (7,28)	0,38
8	Желчный пузырь длина, см	6,38 (1,66)	6,15 (1,26)	0,1716
9	Желчный пузырь поперечный размер, см	2,630 (0,613)	2,550 (0,598)	0,3563
10	Желчный пузырь, рентгеновская плотность желчи, ед. НУ	10,44 (6,47)	17,01 (7,22)	0,0000341
11	Поджелудочная железа, толщина головки, см	2,30 (2,30–2,44)	2,30 (2,10–2,50)	1,0
12	Поджелудочная железа, толщина тела, см	2,203 (0,247)	2,266 (0,199)	0,1398
13	Поджелудочная железа, толщина хвоста, см	2,281 (0,304)	2,320 (0,318)	0,3718
14	Поджелудочная железа, рентгеновская плотность головки, ед. НУ	37,47 (7,76)	43,40 (6,67)	0,00000443
15	Поджелудочная железа, рентгеновская плотность тела, ед. НУ	37,42 (7,65)	42,50 (8,90)	0,0000172
16	Поджелудочная железа, рентгеновская плотность хвоста, ед. НУ	36,30 (8,05)	41,35 (9,09)	0,0005
17	Поджелудочная железа, площадь поперечного среза	28,60 (5,67)	29,81 (5,33)	0,1095
18	Поджелудочная железа, периметр при поступлении, см	29,33 (3,65)	29,67 (3,77)	0,4521
19	Селезенка, длина, см	10,70 (1,84)	10,29 (1,81)	0,0007
20	Селезенка, поперечный размер, см	4,993 (0,730)	4,777 (0,792)	0,021
21	Селезенка, рентгеновская плотность, ед. НУ	45,82 (5,74)	48,36 (5,67)	0,0022
22	Селезенка периметр поперечного сечения при поступлении, см	27,2 (25,2–30,5)	26,1 (24,8–28,4)	0,1767
23	Селезенка площадь поперечного сечения при поступлении, см ²	37,26 (9,95)	36,48 (9,56)	0,4922
24	Толщина жировой клетчатки по правой срединно-ключичной линии, см	1,378 (0,836)	1,461 (0,969)	0,3397
25	Толщина жировой клетчатки по левой срединно-ключичной линии, см	1,390 (0,865)	1,418 (0,948)	0,7192

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5
26	Рентгеновская плотность жировой клетчатки по правой срединно-ключичной линии, ед.	-109,95 (5,84)	-109,17 (6,59)	0,5285
27	Рентгеновская плотность жировой клетчатки по левой срединно-ключичной линии, ед. НУ	-111,68 (6,42)	-110,88 (6,07)	0,5006
28	Проявления метеоризма в баллах (0 — нет, 1 — минимально выражен, 2 — средне выражен, 3 — резко выражен)	3,0 (2,0–4,0)	2,0 (1,0–2,0)	0,0000946
29	Диаметр ободочной кишки при поступлении, см	3,144 (0,831)	2,677 (0,696)	0,0036
30	Расширение кишки, протяженность в сантиметрах	15,45 (9,13)	10,11 (5,74)	0,0002
31	Диаметр пищевода в сантиметрах, см	0,859 (0,665)	0,441 (0,380)	0,0004

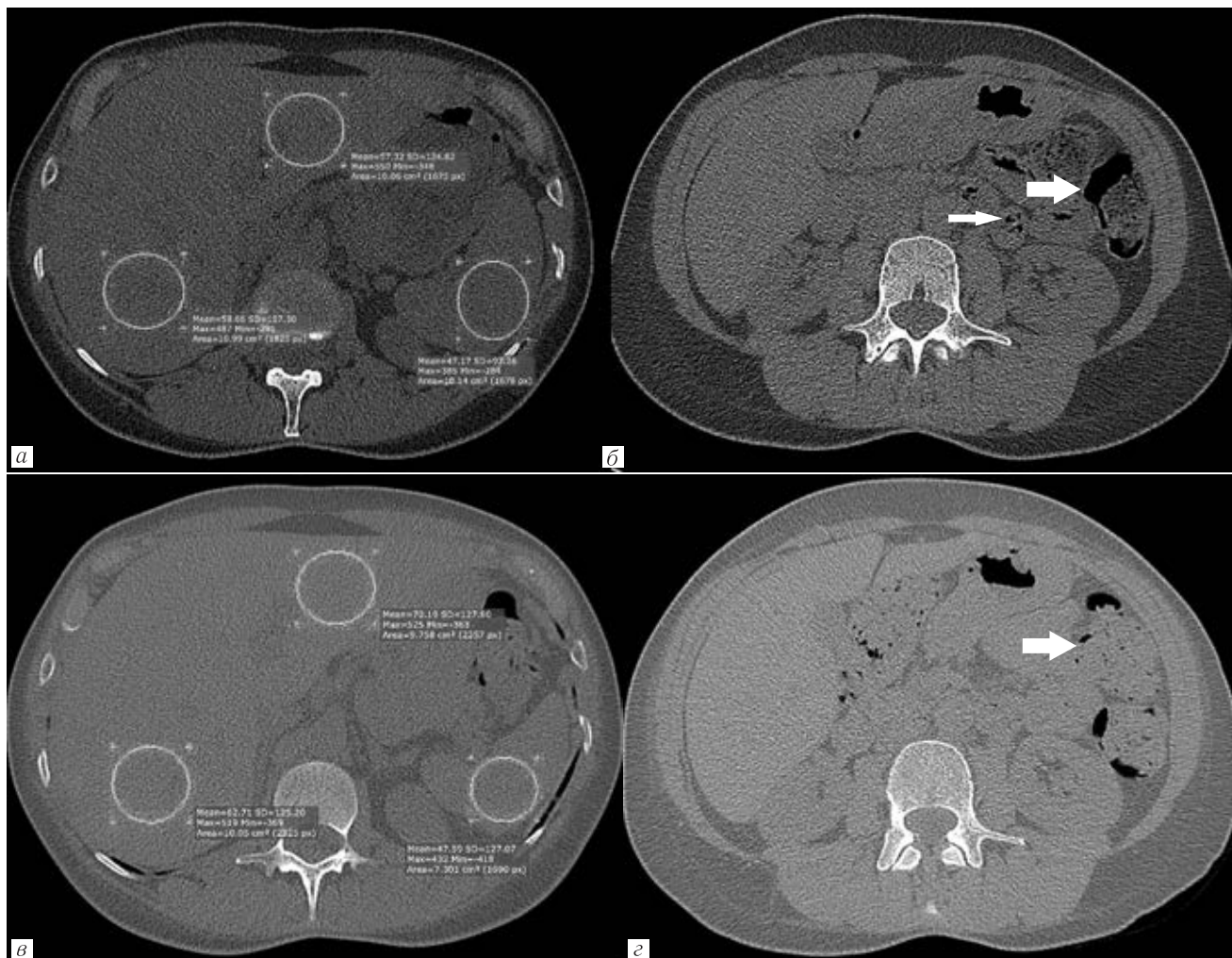


Рис. 4. Больная М., 68 лет. Диагноз: COVID-19, средняя степень тяжести. Полисегментарная пневмония, КТ-1. Выполнено стандартное компьютерно-томографическое исследование органов грудной клетки (протокол Thorax, E=3,28 мЗв). При поступлении в стационар (а) индекс соотношения плотности печени к селезенке (ИСППС) составил 1,21 усл. ед.; б — отмечено незначительное увеличение печени, газ в тонкой (тонкая стрелка) и толстой кишке (толстая стрелка). На фоне лечения (койко-день 14 суток) отмечена положительная клинико-лабораторная и инструментальная динамика, консолидация очагов и снижение объема поражения легких. При этом отмечено увеличение ИСППС до 1,39 усл. ед. (в), снижение метеоризма (стрелка) (г)

Fig. 4. Patient M., 68 years old. Diagnosis: COVID-19, moderate severity. Polysegmental pneumonia, CT-1. A standard computed tomography examination of the chest organs was performed (Thorax protocol, E=3.28 mSv). Upon admission to the hospital (a), the index of the ratio of the density of the liver to the spleen (and LSR) was 1.21 units; б — there was a slight increase in the liver, gas in the small intestine (thin arrow) and colon (thick arrow). Against the background of treatment (bed-day 14 days), positive clinical, laboratory and instrumental dynamics, consolidation of foci and a decrease in lung lesion volume were noted. At the same time, there was an increase in LSR to 1.39 units (в), a decrease in flatulence (arrow) (г)

однако статистически значимо нормализация установлена только в отношении рентгеновской плотности левой доли печени, желчи в желчном пузыре и плотности поджелудочной железы ($p < 0,001$). При этом явления метеоризма у этих пациентов не только не снизились, но статистически значимо увеличилась протяженность расширения толстой кишки ($p < 0,05$).

Клиническую значимость использования результатов проведенных исследований в практической деятельности подтверждают клинические примеры, отражающие особенности течения COVID-19,

а также применения методики постпроцессорного анализа полученных данных КТ.

Пациентка М., 68 лет, поступила в стационар с незначительными гастроэнтерологическим проявлениями (снижением аппетита, умеренным метеоризмом, болями в животе неопределенной локализации), незначительным повышением цитолитических ферментов. По данным исследования органов грудной клетки поражение легких 12%, КТ-1. При изучении индекса соотношения плотности печени и селезенки (ИСППС) установлено его умеренное снижение. На фоне проводимой стандартной тера-



Рис. 5. Больная Б., 65 лет. Диагноз: COVID-19, средняя степень тяжести. Полисегментарная пневмония, КТ-2.

Выполнено стандартное компьютерно-томографическое исследование органов грудной клетки (протокол Thorax, $E=4,96$ мЗв). При поступлении в стационар (а) на фоне увеличения рентгеновской плотности от всех легких до $-829,89$ ед. HU, определяются множественные участки по типу «матового стекла» с плотностью до $-575,06$ ед. HU; б — индекс соотношения плотности печени к селезенке (ИСППС) составил 0,95 усл. ед.); в — отмечено снижение рентгеновской плотности желчи (тонкая стрелка) до 1,62 ед. HU, а также расширение поперечной ободочной кишки (толстая стрелка); г — мультипланарная реконструкция, расширение поперечной ободочной кишки (стрелка) до 5,27 см

Fig. 5. Patient B., 65 years old. Diagnosis: COVID-19, moderate severity. Polysegmental pneumonia, CT-2. A standard computed tomography examination of the chest organs was performed (Thorax protocol, $E=4.96$ mSv). Upon admission to the hospital (a) against the background of an increase in the density (attenuation coefficient) from all lungs to -829.89 HU units, multiple areas of the «frosted glass» type with a density of up to -575.06 HU units are determined; б — the index of the ratio of the density of the liver to the spleen (LSR) was 0.95 units; в — there was a decrease in the density (attenuation coefficient) of bile (thin arrow) to 1.62 units HU, as well as the expansion of the transverse colon (thick arrow); г — multiplanar reconstruction, expansion of the transverse colon (arrow) up to 5.27 cm

пии достигнут хороший клинический эффект (рис. 4).

Пациентка Б., 65 лет, поступила в стационар в состоянии средней степени тяжести, с выраженными гастроэнтерологическими проявлениями, двухсторонней полисегментарной пневмонией, КТ-2, в сочетании с повышением цитолитических ферментов. Индекс соотношения плотности печени и селезенки (ИСППС) при поступлении был существенно снижен, что сочеталось с выраженными изменениями со стороны кишечника (рис. 5, 6), требовало более длительного и интенсивного лечения, а также специальной программы реабилитации.

Однако, потенциал стандартного протокола КТ органов грудной клетки у пациентов с COVID-19 используется преимущественно для выявления изменений в легких и их мониторинга. Недостаточно внимания уделяется оценке количественных лучевых критериев состояния легочной ткани на фоне течения COVID-19. Вместе с тем установлено, что практически у половины пациентов COVID-19 средней степени тяжести выявлены гастроэнтерологические проявления заболевания. Следует отметить, что не увеличивая объем обследования и лучевую нагрузку, а также время работы томографа, при использовании предложенного алгоритма постпро-

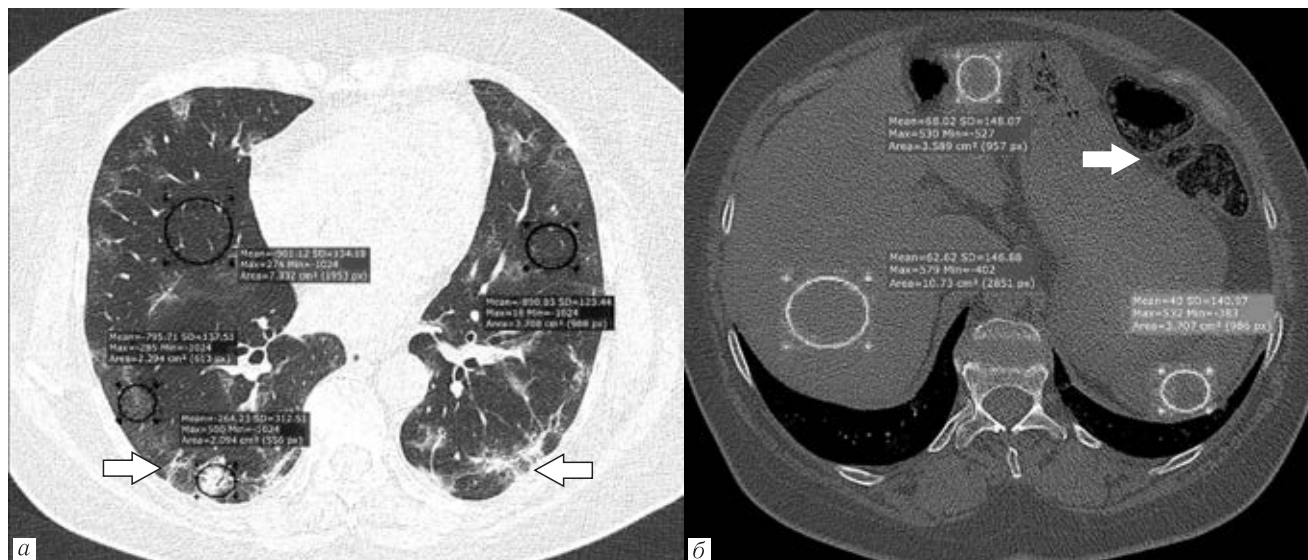


Рис. 6. Та же пациентка. Диагноз: COVID-19, средняя степень тяжести. Полисегментарная пневмония, КТ-2. Выполнено контрольное стандартное компьютерно-томографическое исследование органов грудной клетки (протокол Thorax, E=4,81 мЗв): а — на фоне лечения (койко-день 18 суток) отмечена положительная клинико-лабораторная и инструментальная динамика, консолидация очагов и увеличение их плотности до $-264,23$ ед. НУ (стрелки) и снижение объема поражения легких до КТ-1; б — отмечено незначительное уменьшение размеров печени, увеличение ИСППС до 1,63 усл. ед., некоторое снижение метеоризма (стрелка)

Fig. 6. The same patient. Diagnosis: COVID-19, moderate severity. Polysegmental pneumonia, CT-2. A control standard computed tomography examination of the chest organs was performed (Thorax protocol, E=4.81 mSv); а — against the background of treatment (bed-day 18 days), positive clinical, laboratory and instrumental dynamics, consolidation of foci and an increase in their density (attenuation coefficient) to -264.23 HU units (arrows) and a decrease in lung lesion volume to CT-1 were noted; б — a slight decrease in liver size was noted, an increase in LSR to 1.63 units, a slight decrease in flatulence (arrow)

Пациент Д., 60 лет (рис. 7, 8) поступил в стационар с двухсторонней полисегментарной пневмонией, КТ-2, выраженными гастроэнтерологическими проявлениями (снижением аппетита, неустойчивым стулом, значительным метеоризмом и абдоминальным болевым синдромом), сниженным ИСППС в сочетании с повышением цитолитических ферментов. Пациент в комбинации со стандартной терапией получал ребамипид. На этапе амбулаторного исследования изменений в легких не выявлено, нормализовался ИСППС, а также купированы гастроэнтерологические симптомы после перенесенного COVID-19.

Заключение. Использование КТ действительно составляет основу междисциплинарного взаимодействия специалистов при диагностике COVID-19.

постпроцессорного анализа изображений верхних отделов брюшной полости возможно получать важный дополнительный объем диагностической информации для более детальной оценки состояния больных COVID-19. Представляется, что применение только индекса соотношений рентгеновской плотности печени к плотности селезенки позволит персонифицировать стратегию лечения и наблюдения за пациентами, а также внести вклад в оценку эффективности реабилитации больных после перенесенного COVID-19. Также важно отметить, что применение постпроцессорного анализа полученных результатов КТ органов грудной клетки позволит избежать дополнительных исследований органов брюшной полости, в том числе КТ. Использование препарата

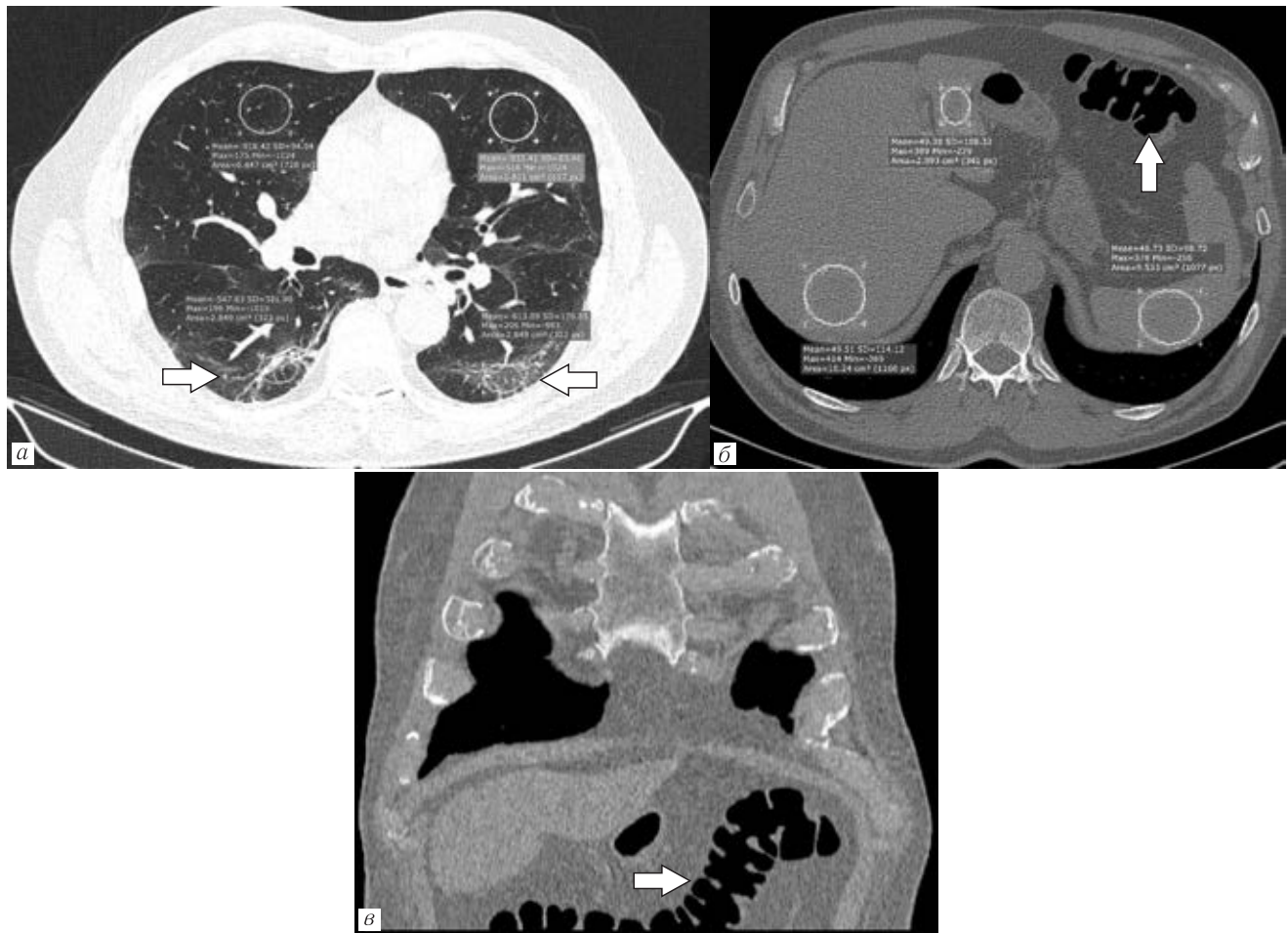


Рис. 7. Больной Д., 60 лет. Диагноз: COVID-19, средняя степень тяжести. Полисегментарная пневмония, КТ-2. Выполнено стандартное компьютерно-томографическое исследование органов грудной клетки (протокол Thoгах, E=4,68 мЗв). При поступлении в стационар (а) на фоне обычной рентгеновской плотности легких в нижне-базальных отделах определяются полиморфные участки повышенной плотности до -547,63 ед. НУ; б — индекс соотношения плотности печени к селезенке (ИСППС) составил 1,07 усл. ед. Отмечено расширение поперечной ободочной кишки (толстая стрелка) до 4,8 см; в — мультипланарная реконструкция, корональная плоскость, отмечено протяженное расширение поперечной ободочной кишки (стрелка). С учетом выраженных гастроэнтерологических проявлений заболевания к комплексной патогенетической терапии добавлен препарат ребамипид, влияющий на кишечную проницаемость

Fig. 7. Patient D., 60 years old. Diagnosis: COVID-19, moderate severity. Polysegmental pneumonia, CT-2. A standard computed tomography examination of the chest organs was performed (Thorax protocol, E=4.68 mSv). Upon admission to the hospital (a) against the background of the usual density (attenuation coefficient) of the lungs, polymorphic areas of increased density up to -547.63 units HU are determined in the lower basal sections; б — the index of the ratio of the density of the liver to the spleen (LSR) was 1.07 units. The expansion of the transverse colon (thick arrow) to 4.8 cm was noted; в — multiplanar reconstruction, coronal plane, marked an extended expansion of the transverse colon (arrow). Taking into account the pronounced gastroenterological manifestations of the disease, the drug rebamipid, which affects intestinal permeability, was added to the complex pathogenetic therapy

ребамипид, влияющего на состояние слизистой оболочки ЖКТ и кишечную проницаемость, показало высокую эффективность по данным анализа результатов стандартного протокола КТ с постпроцессорной обработкой изображений верхних отделов брюшной полости.

Целесообразно дополнять все протоколы КТ исследований и заключения количественными критериями оценки легких, паренхиматозных органов и кишечника, что в сочетании с клинико-лабораторными и биохимическими особенностями течения COVID-19 позволит оптимизировать протоколы динамического наблюдения за больными COVID-19.

Все пациенты, включенные в исследование, заполняли информированное согласие. Исследование «Пилотное рандомизированное одноцентровое сравнительное исследование по оценке влияния ребамипида на переносимость комбинированной противовирусной и антибактериальной терапии, а также гастроэнтерологические проявления у больных новой коронавирусной инфекцией, вызванной SARS-CoV-2 (COVID-19) легкого и среднетяжелого течения» одобрено решением локального этического комитета ФГБУ «Клиническая больница № 122 им. Л.Г.Соколова ФМБА России», протокол № 4 от 29 июня 2020.

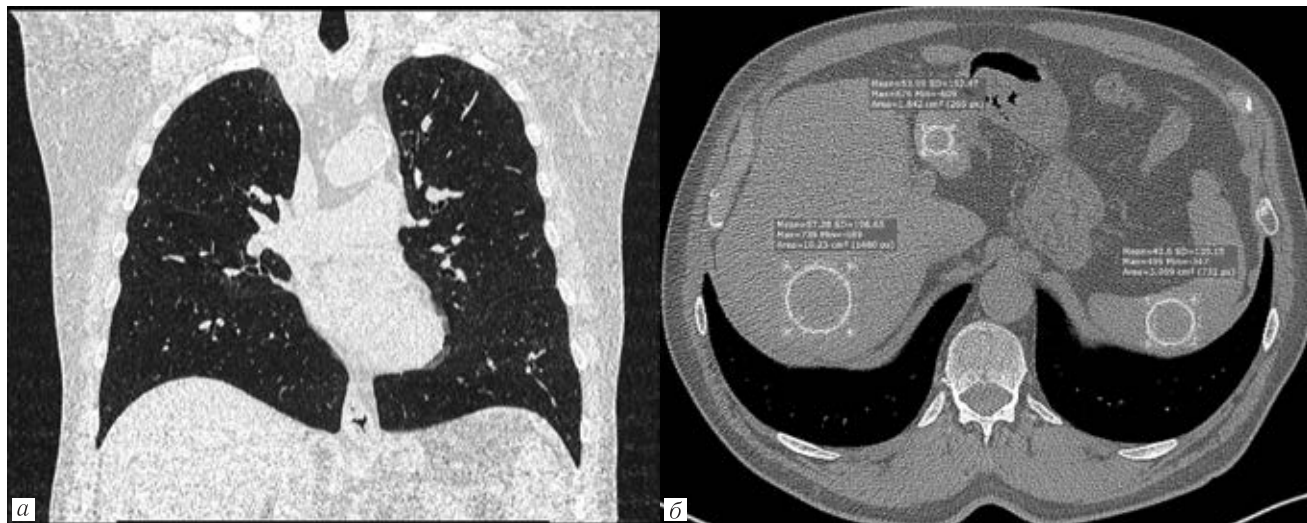


Рис. 8. Тот же больной. На фоне динамического амбулаторного наблюдения и приема ребамипида (8 недель) Выполнено стандартное компьютерно-томографическое исследование органов грудной клетки (протокол Thorax, E=4,62 мЗв): а — мультипланарная реконструкция, корональная плоскость, отмечено полное отсутствие изменений легочной ткани, а также нормализация состояния кишки; б — индекс соотношения плотности печени к селезенке (ИСППС) составил 1,37 усл. ед., уменьшились размеры печени

Fig. 8. The same patient. Against the background of dynamic outpatient follow-up and rebamipid administration (8 weeks) A standard computed tomography examination of the chest organs was performed (Thorax protocol, E=4.62 mSv): a — multiplanar reconstruction, coronal plane, there was a complete absence of changes in lung tissue, as well as normalization of the state of the intestine; б — the index of the ratio of liver density to spleen (LSR) was 1.37 units, the size of the liver decreased

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Chang Y.C., Yu C.J., Chang S.C., Galvin J.R., Liu H.-M., Hsiao Ch.-H., Kuo P.-H., Chen K.-Yu., Franks T.J., Huang K.-M., Yang P.-C. Pulmonary sequelae in convalescent patients after severe acute respiratory syndrome: evaluation with thin-section CT // *Radiology*. 2005. Vol. 236, No 3. P. 1067–1075. doi: 10.1148/radiol.2363040958.
- Li Y., Xia L. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): role of chest CT in diagnosis and management // *American Journal of Roentgenology*. 2020. Vol. 214, No 6. P. 1280–1286. doi: 10.2214/AJR.20.22954.
- Caruso D., Zerunian M., Polici M., Pucciarelli F., Polidori T., Rucci C., Guido G., Bracci B., De Dominicis C., Laghi A. Chest CT features of COVID-19 in Rome, Italy // *Radiology*. 2020. Vol. 296, No 2. E79–85. doi: 10.1148/radiol.2020201237.
- Inui S., Gonoj W., Kurokawa R., Nakai Y., Watanabe Y., Sakurai K., Ishida M., Fujikawa A., Abe O. The role of chest imaging in the diagnosis, management, and monitoring of coronavirus disease 2019 (COVID-19) // *Insights Imaging*. 2021. Vol. 12. P. 155. doi: 10.1186/s13244-021-01096-1.
- Fang Y., Zhang H., Xie J., Lin M., Ying L., Pang P., Ji W. Sensitivity of chest CT for COVID-19: comparison to RT-PCR // *Radiology*. 2020. Vol. 296, No 3. E115–117. doi: 10.1148/radiol.2020200432.
- Caruso D., Polidori T., Guido G., Nicolai M., Bracci B., Cremona A., Zerunian M., Polici M., Pucciarelli F., Rucci C., Dominicis C., Girolamo M.D., Argento G., Sergi D., Laghi A. Typical and atypical COVID-19 computed tomography findings // *World Journal of Clinical Cases*. 2020. Vol. 8, No 15. P. 3177–3187. doi: 10.12998/wjcc.v8.i15.3177.
- Huang C., Wang Y., Li X., Ren L., Zhao J., Hu Y., Zhang L., Fan G., Xu J., Gu X., Cheng Z., Yu T., Xia J., Wei Y., Wu W., Xie X., Yin W., Li H., Liu M., Xiao Y., Gao H., Guo L., Xie J., Wang G., Jiang R., Gao Z., Jin Q., Wang J., Cao B. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China // *Lancet*. 2020. Vol. 395, No 10223. P. 497–506. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5.
- Huang L., Han R., Ai T., Yu P., Kang H., Tao Q., Xia L. Serial quantitative chest ct assessment of covid-19: deep-learning approach // *Radiology: Cardiothoracic Imaging*. 2020. Vol. 2, No 2, P. 1–8. e200075. doi: 10.1148/ryct.2020200075.
- Caruso D., Polici M., Zerunian M., Pucciarelli F., Polidori T., Guido G., Rucci C., Bracci B., Muscogiuri E., De Dominicis C., Laghi A. Quantitative chest CT analysis in discriminating COVID-19 from non-COVID-19 patients // *La Radiologia Medica*. 2021. Vol. 126, No 2. P. 243–249. doi: 10.1007/s11547-020-01291-y.
- Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия-11 (07.05.2021). М., 2021, 224 с. [Temporary methodological recommendations. Prevention, diagnosis and treatment of a new coronavirus infection (COVID-19). Version-11 (07.05.2021). Moscow, 2021, 224 p. (In Russ.)].
- Yu M., Liu Y., Xu D., Zhang R., Lan L., Xu H. Prediction of the development of pulmonary fibrosis using serial thin-section CT and clinical features in patients discharged after treatment for COVID-19 pneumonia // *Korean Journal of Radiology*. 2020. Vol. 21, No 6. P. 746–755. doi: 10.3348/kjr.2020.0215.
- Salehi S., Abedi A., Balakrishnan S., Gholamrezanezhad A. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systematic review of imaging findings in 919 Patients // *American Journal of Roentgenology*. 2020. Vol. 215, No 1. P. 87–93. doi: 10.2214/AJR.20.23034.
- Han X., Fan Y., Alwalid O., Li N., Jia X., Yuan M., Li Y., Cao Y., Gu J., Wu H., Shi H. Six-month follow-up chest CT findings after severe COVID-19 pneumonia // *Radiology*. 2021. Vol. 299. E177–186. doi: 10.1148/radiol.202120315.3.
- Jaafar M.H., Safi S.Z., Tan M.P., Rampal S., Mahadeva S. Efficacy of rebamipide in organic and functional dyspepsia: a systematic review and meta-analysis // *Dig. Dis. Sci*. 2018. Vol. 63. No 5. P. 1250–1260. doi: 10.1007/s10620-017-4871-9.
- Kang Z., Li X., Zhou S. Recommendation of low-dose CT in the detection and management of COVID-2019 // *European Radiology*. 2020. Vol. 30, No 8. P. 4356–4357. doi: 10.1007/s00330-020-06809-6.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 27.11.2021 г.

Вклад авторов:

Вклад в концепцию и план исследования — А.К.Ратникова, В.Б.Гриневич, В.А.Ратников, К.В.Козлов. Вклад в сбор и первичное обобщение данных — А.К.Ратникова, В.Б.Гриневич, В.А.Ратников. Вклад в анализ данных и выводы — А.К.Ратникова, В.Б.Гриневич, В.А.Ратников. Вклад в подготовку выводов и заключения — А.К.Ратникова, В.Б.Гриневич, В.А.Ратников. Вклад в подготовку рукописи — А.К.Ратникова, В.Б.Гриневич, В.А.Ратников, К.В.Козлов.

Сведения об авторах:

Ратникова Анна Константиновна — младший научный сотрудник, врач-кардиолог высшей категории приемного отделения федерального государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» Федерального медико-биологического

агентства России; 194291, Санкт-Петербург, пр. Культуры, д. 4; главный врач, «Первая Линия», Health Care Resort; 194291, Санкт-Петербург, пр. Культуры, д. 4; 197720, Санкт-Петербург, Приморское шоссе 502, лит. А; e-mail: a.ratnikova@hcoresort.ru; SPIN-код 4086–7164; ORCID 0000–0003–3279–6448;

Гриневич Владимир Борисович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий 2 кафедрой (терапии усовершенствования врачей) федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: grinevich_yb@mail.ru; SPIN-код 1178–0242; Author ID 584771; ORCID 0000–0002–1095–8787;

Ратников Вячеслав Альбертович — доктор медицинских наук, профессор, заместитель генерального директора-медицинский директор федерального государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л.Г. Соколова» Федерального медико-биологического агентства России; 194291, Санкт-Петербург, пр. Культуры, д. 4; врач-рентгенолог; профессор научно-клинического и образовательного центра «Лучевая диагностика и ядерная медицина» Института высоких медицинских технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; e-mail: dr.ratnikov@mail.ru; SPIN-код: 4110–0454; Author ID 419179; ORCID 0000–0002–9645–8408;

Козлов Константин Вадимович — доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры инфекционных болезней (с курсом медицинской паразитологии и тропических заболеваний) федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: kosstiak@mail.ru; SPIN-код 7927–9076; Author ID 695979; ORCID 0000–0002–4398–7525.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2022 года.

Подписной индекс:

Объединенный каталог «Пресса России» **42177**