

КТ-семиотика COVID-19

Михайлов А.Н.¹, Нечипоренко А.С.², Водянова О.В.¹

¹Белорусская медицинская академия последипломного образования, Минск

²Гродненская университетская клиника, Беларусь

Mikhailov A.N.¹, Nechiporenko A.S.², Vodyanova O.V.¹

¹Belarusian Medical Academy of Post-Graduate Education, Minsk

²Grodo University Clinic, Belarus

CT-semiotics COVID-19

Резюме. Представлены некоторые аспекты семиотики коронавирусной инфекции при компьютерной томографии органов грудной клетки.

Ключевые слова: коронавирусная инфекция, компьютерная томография органов грудной клетки, COVID-19.

Медицинские новости. – 2020. – №6. – С. 4–8.

Summary. Some aspects of coronavirus infection semiotics at CT of the chest are presented.

Keywords: coronavirus infection, computed tomography of the chest, COVID-19.

Meditsinskie novosti. – 2020. – N6. – P. 4–8.

Коронавирусная болезнь (coronavirus disease 2019, COVID-19) – острое вирусное заболевание с преимущественным поражением верхних дыхательных путей, вызываемое РНК-геномным вирусом семейства *Coronaviridae* (вирус SARS-COV-2). Первые случаи были зарегистрированы в Ухане, Китай, в конце декабря 2019 года, а затем распространились по всему миру. По данным на 20 мая 2020 года, всего их зафиксировано 4 731 458 [1, 3, 14]. В марте 2020 года Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила вспышку нового типа коронавируса COVID-19 пандемией. В настоящее время не существует эффективного лечения или вакцины [1, 3]. Лучевые методы не являются основными в диагностике коронавирусной инфекции, имеют высокую чувствительность, но низкую специфичность. Единственный специфический метод диагностики – полимеразная цепная реакция с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР) [1, 3, 14].

Клиническая картина

В диагностике COVID-19 необходимо совокупно оценивать эпидемиологический анамнез, клиническую картину, результаты лучевых и лабораторных исследований.

Средний инкубационный период составляет в среднем 5–7 дней. COVID-19 обычно проявляется лихорадкой (85%), сухим кашлем или с небольшим количеством мокроты (70%) и одышкой (43%), возможны другие признаки поражения дыхательных путей (насморк, боли при глотании), а также и другие симптомы (диарея, симптомы поражения желудочно-кишечного тракта).

Следует учитывать и то, что болезнь может протекать бессимптомно [1, 3, 4, 6, 15, 17].

Различают легкую, среднюю и тяжелую формы COVID-19 [1, 3, 5]. У большинства пациентов с тяжелым течением на первой неделе заболевания развивается пневмония. К факторам риска тяжелого течения относят пожилой возраст, сахарный диабет, ишемическую болезнь сердца, артериальную гипертензию и хроническую обструктивную болезнь легких. Течение патологического процесса можно разделить на 4 стадии: раннюю (0–4 дня), прогрессирования (5–8), пиковую (9–13), разрешения (>14 дней).

Компьютерная томография (КТ) органов грудной клетки (ОГК) рекомендована к применению [1]:

– в амбулаторных условиях у пациентов с подозрением на COVID-19 (в том числе после рентгенографии ОГК);

– в стационарных условиях у лиц с подозрением или верифицированной COVID-19. КТ проводят в день госпитализации, повторно через 2–3 суток при отсутствии терапевтического эффекта, через 5–7 – при отсутствии или улучшении динамики симптомов и для оценки готовности к выписке.

Согласно консенсусному заявлению общества Флейшнера, которое было опубликовано 7 апреля 2020 года [10]:

– КТ-визуализация не показана пациентам с подозрением на COVID-19 и умеренными клиническими признаками, без факторов риска прогрессирования заболевания;

– КТ-визуализация показана лицам с установленным COVID-19 и прогресси-

рованием дыхательной недостаточности;

– в условиях ограниченных ресурсов (как это было в Ухане, регионах Италии и Испании) КТ-визуализация показана для медицинской сортировки пациентов с подозрением на COVID-19, имеющих клинические признаки заболевания средней тяжести и его высокую вероятность до получения результатов тестирования.

Кроме того, следует учитывать и дополнительные риски [9]:

– истощение ограниченных ресурсов средств индивидуальной защиты (СИЗ);

– повышенный риск передачи вируса (персоналу, пациентам и лицам, осуществляющим уход);

– лучевая нагрузка.

На основании данных обследования 105 пациентов с разной степенью выраженности клинико-рентгенологической картины и изученных зарубежных публикаций по актуальному вопросу определены подходы к диагностике COVID-19. При проведении КТ ОГК к типичным рентгенологическим проявлениям вирусной пневмонии (в том числе COVID-19) относятся [1, 3–5, 12, 16, 18]:

– многочисленные уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла» преимущественно округлой формы, различной протяженности с/без консолидации (рис. 1);

– утолщение междолькового интерстиция по типу «булыжной мостовой» (англ. «crazy-paving» sign) (рис. 2);

– периферическая, мультилобарная локализация;

– поражение чаще носит двусторонний характер (в настоящее время описаны только единичные случаи одностороннего поражения).

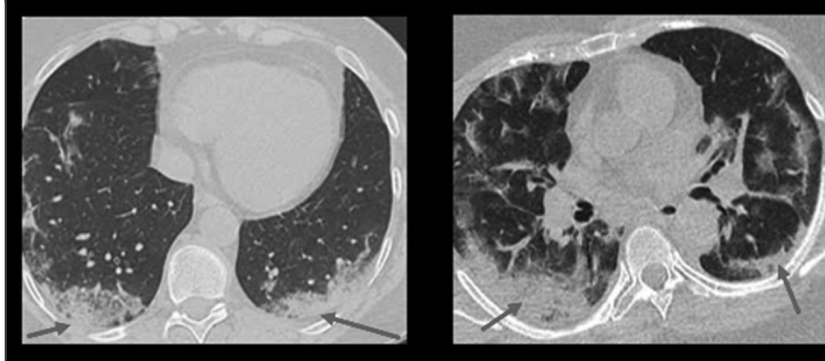
Рисунок 1 Уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла» преимущественно округлой формы



Рисунок 2 Утолщение междолькового интерстиция по типу «бульжной мостовой»



Рисунок 3 Участки консолидации легочной ткани



Дополнительные признаки:
 – участки консолидации, перилобулярные уплотнения (рис. 3);
 – симптом воздушной бронхограммы, тракционные бронхоэктазы (рис. 4);
 – плевральный выпот, гидроторакс (двусторонний, преобладает слева).

Вышеописанные признаки преимущественно определяются на 5–12-е сутки заболевания.

Следует четко разграничивать понятия «матовое стекло» и консолидация.

Матовое стекло – участки, похожие на туманное уплотнение легких, с сохранением контуров бронхов и сосудов, субстрат паттерна – заполнение альвеол жидкостью с образованием пеноподобной субстанции. На КТ уплотнения по типу матового стекла определяются как нежные альвеолярные плотности, на фоне которых сохраняется визуализация сосудов легких в отличие от консолидации, при которой сосудистая архитектура не дифференцируется (см. рис. 1).

Консолидация визуализируется как однородное уплотнение легочной паренхимы, которое скрывает стенки сосудов и стенки дыхательных путей (см. рис. 3) [2].

Проявления на КТ ОГК, которые нетипичны для проявлений вирусной пневмонии, в том числе COVID-19:

– уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла» центральной и прикорневой локализации;
 – единичные солидные узелки;

Рисунок 4 Симптом воздушной бронхограммы – а, б (стрелки 1). Тракционные бронхоэктазы – в, г (стрелки 2)

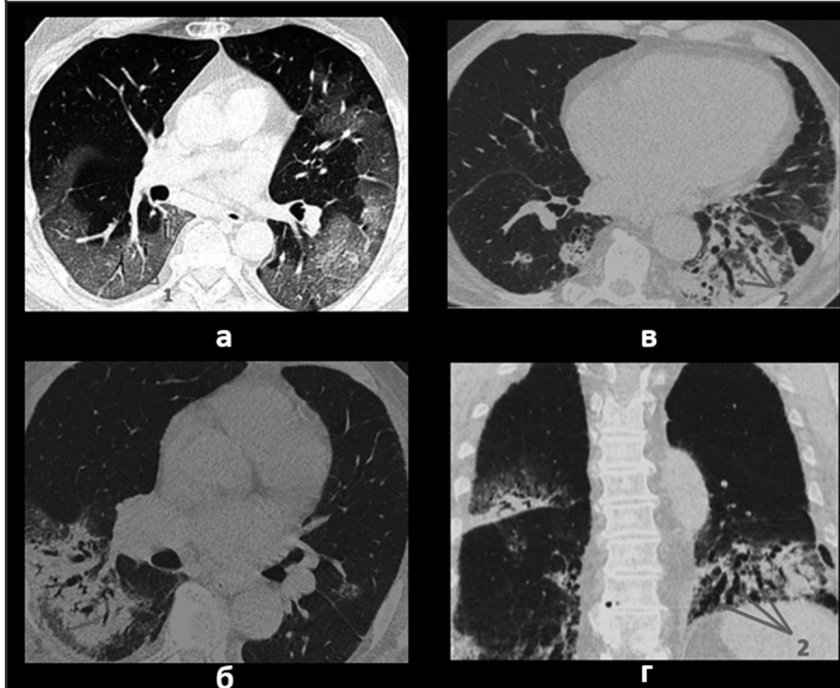
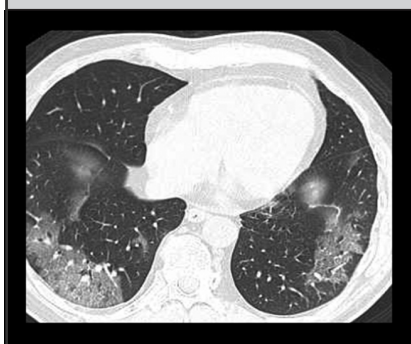


Рисунок 5 Типичные признаки COVID-19: двусторонние, мультифокальные округлые периферические участки уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла»



- наличие кавитаций;
- внутригрудная лимфаденопатия;
- очаговая диссеминация;
- симптом «дерево в почках»;
- пневмоторакс;
- пневмосклероз/пневмофиброз.

Были предприняты различные попытки стандартизировать протоколы описания КТ ОГК для пациентов с подозрением на COVID-19.

Радиологическое общество Северной Америки (RSNA) выпустило согласованное заявление, одобренное Обществом торакальной радиологии и Американским колледжем радиологии (ACR), которое подразделяет результаты КТ ОГК на четыре категории для стандартизации радиологических отчетов по взаимосвязи КТ-признаков с инфекцией COVID-19 [11].

Типичные признаки:

– периферические, мультифокальные, двусторонние, уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла», с/без консолидации или утолщением междолькового интерстиция по типу «бульжной мостовой» (рис. 5);

– признак обратного гало или другие признаки организующей пневмонии.

Сомнительные признаки:

– отсутствие вышеописанных типичных изменений на КТ-сканах;

– наличие мультифокального, диффузного, прикорневого или одностороннего уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла», с/без консолидации, не имеющей определенного распределения, не округлой формы, не периферической локализации (рис. 6);

– единичные очень маленькие по площади уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла», не округлой формы, не периферической локализации.

Нетипичные признаки:

– отсутствие вышеописанных типичных изменений на КТ-сканах;

– изолированные долевые или сегментарные участки консолидации без симптома «матового стекла»;

– единичные мелкие узелки (например, центрилобулярные, по типу «дерева в почках»);

– легочные кавитации;

– менее выраженные интралобулярные уплотнения с плевральным выпотом.

Отрицательно для пневмонии: КТ-признаки пневмонии отсутствуют (нет зон консолидации и участков «матового стекла»).

В марте 2020 года рабочая группа по стандартизированной отчетности COVID-19 Голландской ассоциации радиологов (NvVR) предложила систему COVID-19 Reporting and Data System (CO-RADS), чтобы обеспечить единообразие радиологических протоколов [4, 8]. В зависимости от результатов КТ по оценке CO-RADS присваивается от 1 до 5 баллов. Первое исследование, в котором изучалось использование CO-RADS,

выявило приемлемый уровень вариации между наблюдателями, с показателем каппы Флейса 0,47 (среднее 0,24 для PI-RADS и 0,67 для Lung-RADS) [4].

Классификация согласно Голландской ассоциации радиологов

– **CO-RADS 0** определяется, если ни одна из пяти категорий не может быть установлена в связи с неполным или недостаточным качеством сканирования, например, ввиду наличия серьезных артефактов из-за кашля или дыхательных движений.

– **CO-RADS 1** выставляется в случае очень низкого уровня подозрения на вовлечение паренхимы легких при COVID-19, к этой категории относят следующие изменения: легкая или распространенная форма эмфиземы, перифиссуральные узелки, опухоли легких или пневмофиброз. Данная категория идентична категории «отрицательно для пневмонии».

– **CO-RADS 2** предполагает низкий уровень подозрения на вовлечение паренхимы легких при COVID-19, включает в себя признаки: «дерево в почках»,

Рисунок 6 Прикорневые уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла», характерные для отека легких, не характерные для COVID-19

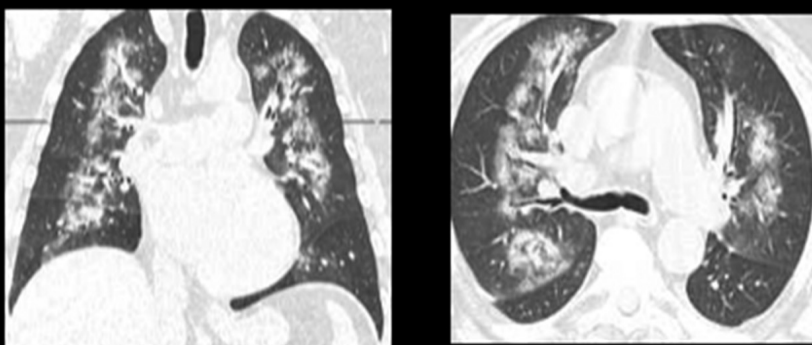


Таблица 1 Динамика развития рентгенологических признаков [1]

Стадии процесса	Примерная длительность, сутки	Доминирующие КТ-признаки
Ранняя	0–4	Симптом «матового стекла», локальные ретикулярные изменения на фоне «матового стекла» или их отсутствие, ограниченное число пораженных сегментов (преимущественно нижние доли)
Прогрессирования	5–8	Увеличение распространенности вышеописанных симптомов, появление очагов консолидации
Пиковая	9–13	Участки консолидации, перилобулярные уплотнения, плевральный выпот (редко)
Разрешения	>14	Частичное или полное разрешение (рассасывание)

центрилобулярные узелки, долевыми или сегментарными зонами консолидации, участки кавитации. Они аналогичны тем, которые содержатся в категории «Нетипичные признаки» консенсуса RSNA.

– **CO-RADS 3** подразумевает неоднозначные результаты вовлечения паренхимы легких при COVID-19, включает признаки: прикорневые участки по типу «матового стекла», однородные обширные зоны «матового стекла» с/без сохранения вторичных легочных долек или «матовое стекло» в сочетании с равномерным утолщением междольковых перегородок, с/без плеврального выпота в отсутствие других типичных признаков КТ. Данная категория также включает небольшие уплотнения по типу «матового стекла», которые не являются центрилобулярными (иначе CO-RADS 2) или не расположены близко к висцеральной плевре (иначе CO-RADS 4). Кроме того, сюда же относят случаи наличия зон консолидации, совместимые с организующей пневмонией без других типичных результатов COVID-19. Эта категория частично совпадает с категорией «Сомнительные признаки» консенсуса RSNA, но включает случаи с более низкой вероятностью COVID-19.

– **CO-RADS 4** предполагает высокий уровень подозрения на вовлечение паренхимы легких при COVID-19 на основании результатов КТ. Основные КТ-признаки похожи на признаки, определяемые при CO-RADS 5, но их распределение не связано с висцеральной плеврой или они расположены строго с одной стороны, имеют преобладающее перибронхососудистое распределение или сочетаются с тяжелыми диффузными ранее существовавшими изменениями в легочной ткани. CO-RADS 4 включает в себя признаки категории «Сомнительные признаки» консенсусного заявления RSNA, которые связаны с более высокой вероятностью COVID-19.

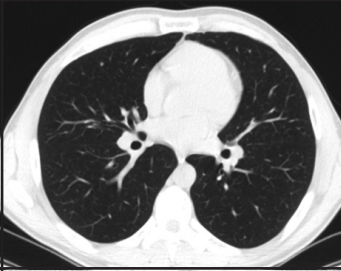

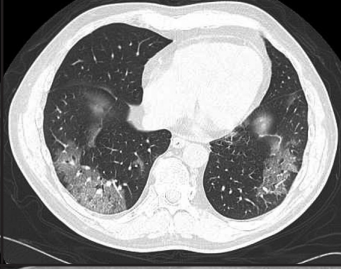


– **CO-RADS 5** предполагает очень высокий уровень подозрения на вовлечение паренхимы легких при COVID-19 и требует наличия хотя бы одного паттерна, соответствующего временному эволюционному развитию COVID-19 на момент исследования. Типичные обязательные признаки: мультифокальные двусторонние уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла», расположенные субплеврально и/или по ходу междоль-

вых щелей. По мере прогрессирования заболевания появляются утолщение междолькового интерстиция по типу «бульжной мостовой», участки консолидации легочной ткани, характерные для организующей пневмонии, по мере развития патологического процесса возникает признак обратного гало. Дополнительные признаки свидетельствуют

в пользу наличия COVID-19: симптом воздушной бронхограммы, увеличение калибра периферических легочных сосудов. Таким образом, CO-RADS 5 во многом идентичен «Типичным признакам» заявления консенсуса RSNA.

Типичные КТ-признаки для каждой из стадий инфекции COVID-19 приведены в таблице 1 [1, 3–5, 7].

Таблица 2 Оценка тяжести заболевания по данным КТ ОГК [1]

Степень изменений	Признаки	Пример КТ-картины
Норма (КТ-0)	Норма и отсутствие КТ-признаков вирусной пневмонии на фоне типичной клинической картины и релевантного эпидемиологического анамнеза	
Легкая (КТ-1)	Зоны уплотнения по типу «матового стекла», вовлечение паренхимы легкого <25%	
Средняя/тяжелая* (КТ-2)	Зоны уплотнения по типу «матового стекла», вовлечение паренхимы легкого 25–50%	
Тяжелая* (КТ-3)	Зоны уплотнения по типу «матового стекла», зоны консолидации, вовлечение паренхимы легкого 50–75%, увеличение объема поражения 50% за 24–48 часов на фоне дыхательных нарушений, если исследования выполняются в динамике	
Критическая* (КТ-4)	Диффузное уплотнение легочной ткани по типу «матового стекла» и консолидации в сочетании с ретикулярными изменениями, плевральный выпот (двусторонний, преобладает слева), вовлечение паренхимы легкого >75%	

Примечание: * – оценивается в корреляции с клиническими данными.

Тяжесть поражения легких на КТ коррелирует с тяжестью заболевания.

Представляется рациональным проводить оценку вовлеченности легочной ткани. Наиболее известны два метода подсчета. Первый заключается в подсчете процентов вовлечения в патологический процесс каждой из пяти долей легких: 1 балл – <5%, 2 – 5–25%, 3 балла – 26–49%, 4 – 50–75%, 5 баллов – >75% [3, 5]. Общий балл по КТ является суммой показателей доли и может варьировать от 0 (отсутствие вовлечения) до 25 (максимальное вовлечение), когда все пять долей вовлечены более чем на 75% [3, 5].

Второй метод представлен в руководстве московских коллег [1], в котором озвучены 4 степени изменений легочной ткани при COVID-19 по данным КТ ОГК:

– **КТ-0 (норма):** норма и отсутствие КТ-признаков вирусной пневмонии на фоне типичной клинической картины и релевантного эпидемиологического анамнеза (однако по результатам КТ рентгенологические признаки воспалительных поражений могут отсутствовать у 18% пациентов с легким течением болезни, а также на ранних сроках заболевания);

– **КТ-1 (легкая):** зоны уплотнения по типу «матового стекла», вовлечение паренхимы легкого <25%;

– **КТ-2 (среднетяжелая):** зоны уплотнения по типу «матового стекла», вовлечение паренхимы легкого 25–50%;

– **КТ-3 (тяжелая):** зоны уплотнения по типу «матового стекла», зоны консолидации, вовлечение паренхимы легкого 50–75%, увеличение объема поражения 50% за 24–48 часов на фоне дыхательных нарушений, если исследования выполняются в динамике;

– **КТ-4 (критическая):** диффузное уплотнение легочной ткани по типу «матового стекла» и консолидации в сочетании с ретикулярными изменениями, плевральный выпот (двусторонний, преобладает слева), вовлечение паренхимы легкого >75%.

Авторы отмечают, что данная классификация используется только для средней и высокой степени вероят-

ности КТ-картины вирусной пневмонии COVID-19. Процент поражения оценивается отдельно по каждому легкому. Степень изменений определяется по легкому с наибольшим поражением (вне зависимости от наличия постоперационных изменений).

Зависимость тяжести общего состояния от характера и степени выраженности рентгенологических признаков по данным КТ ОГК представлена в таблице 2 [1].

Дифференциальную диагностику следует проводить с вирусными пневмониями другой этиологии, атипичными бактериальными пневмониями, другими интерстициальными заболеваниями легких, отеком легких, лекарственно-индуцированными пневмониями, а при утолщении междолькового интерстиция по типу «булыжной мостовой» также следует учитывать возможность наличия острого респираторного дистресс-синдрома у взрослых, легочного альвеолярного протеиноза [1, 4].

Заключение

Диагностика инфекции COVID-19 основана на комплексном применении клинических, рентгенологических и лабораторных методов исследования. Учитывая высокую контагиозность данной инфекции и постоянную необходимость проведения лучевых методов исследования, следует максимально защитить работников отделений лучевой диагностики.

У пациентов с легким/средним течением при положительной динамике может наблюдаться полное восстановление воздушности легочной ткани.

У пациентов с тяжелым течением при прогрессировании заболевания может наблюдаться отрицательная динамика: увеличение распространенности интерстициальных изменений, трансформация симптома «матового стекла» в грубые ретикулярные изменения либо в массивные участки консолидации легочной ткани. Оценить последствия для легочной ткани у пациентов после перенесенной инфекции COVID-19 мировому сообществу еще предстоит.

КТ ОГК с учетом ее высокой чувствительности помогает в постановке диагноза, мониторинге течения забо-

левания, играя важную роль в принятии клинических решений при лечении COVID-19.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лучевая диагностика коронавирусной болезни (COVID-19): организация, методология, интерпретация результатов: Препринт № ЦДТ – 2020 – II. Версия 2 от 17.04.2020 / Сост. С.П. Морозов, Д.Н. Проценко, С.В. Сметанина [и др.] // Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». – Вып.65. – М., 2020. – 78 с.
2. Михайлов А.Н., Малевич Э.Е., Хоружик С.А. Лучевая визуализация основных болезней легких / Под ред. А.Н. Михайлова. – Минск, 2012. – 260 с.
3. Михайлов А.Н. Лучевая диагностика коронавирусной инфекции (COVID-19): Учеб.-метод. модуль / А.Н. Михайлов, Э.Е. Малевич, О.В. Водянова. – Минск, 2020. – 20 с.
4. COVID-19 / Dr Daniel J. Bell, et al. – <https://radiopaedia.org/articles/covid-19-3>.
5. COVID-19. – Radiology Assistant. – <https://radiologyassistant.nl/chest/lk-jg-1#chest-ct-ct-involvement-score>.
6. Hui D.S., Azhar I.E., Madani T.A., et al. // Int. J. Infect. Dis. – 2020. – Vol.91. – P.264–266.
7. Pan F, Ye T, Sun P., et al. // Radiology. – 2020. – Vol.295, Iss.3. – P.715–721.
8. Prokop M., W van Everdingen, T. van Rees // Radiology. – 27.04.2020. – <https://doi.org/10.1148/radiol.2020201473>.
9. Raptis C.A., Hammer M.M., Short R.G., et al. // A.J.R. – 16.04.2020. – Doi: 10.2214/AJR.20.23202.
10. Rubin G.D., Ryerson C.J., Haramati L.B., et al. // Radiology. – 07.04.2020. – <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.04.003>.
11. Simpson S., Kaj R.J., Abbara S., et al. // Radiol. Cardiothoracic Imaging. – 2020. – Vol.2, N2. – <https://doi.org/10.1148/ryct.2020200152>.
12. Wang D., Hu B., Hu C., et al. // JAMA. – 2020. – Vol.323, Iss.11. – P.1061–1069.
13. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 – 11 March 2020. Who. int. 2020.
14. World Health Organization, Novel Coronavirus (2019-nCoV) Situation Report – 120. 2020. https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200519-covid-19-sitrep-120.pdf?sfvrsn=515cabfb_2.
15. Zhang L., Liu Y. // J. Med. Virol. – 2020. – Vol.92, Iss.5 – P.479–490.
16. Zhao W., Zhong Z., Xie X., et al. // A.J.R. – 2020. – Vol.214, Iss.5. – P.1072–1077.
17. Zhu N., Zhang D., Wang W., et al. // N. Engl. J. Med. – 2020. – Vol.382, Iss.8. – P.727–733.
18. Zu ZY., Jiang M.D., Xu P.P., et al. // Radiology. – 2020. – <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200490>.

Поступила 22.04.2020 г.