

КТ-ПАТТЕРНЫ ПРИ COVID-19 АССОЦИИРОВАННЫХ ПНЕВМОНИЯХ – СТАНДАРТИЗАЦИЯ ОПИСАНИЙ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ОСНОВЕ ГЛОССАРИЯ ОБЩЕСТВА ФЛЕЙШНЕРА

Христенко Е.А.^{1,2}, фон Стакельберг О.^{1,2}, Кауцор Х.-У.^{1,2},
Лайер Г.³, Ридэн Т.В.³.

По опубликованным данным компьютерная томография (КТ) играет центральную роль в диагностике, оценке тяжести поражения и течения COVID-19 ассоциированных пневмоний. Исходя из этого, задачей представленного исследования явилась стандартизация оценки изменений органов грудной клетки у больных вирусными пневмониями COVID-19 с использованием терминологии глоссария Общества Флейшнера. В статье представлены результаты КТ-исследований больных с подтвержденной COVID-19 инфекцией. Предложено использование терминологии из глоссария Общества Флейшнера для унифицированного протоколирования результатов торакальной КТ при COVID-19 ассоциированной пневмонии. Представлена семиотика и показана значимость отдельных паттернов в оценке выраженности и прогнозировании течения атипичной пневмонии.

Ключевые слова: коронавирусная инфекция, COVID-19 ассоциированные пневмонии, компьютерная томография (КТ), глоссарий Общества Флейшнера

Контактный автор: Христенко Е.А., e-mail: katkhristenko@gmail.com

Для цитирования: Христенко Е.А., фон Стакельберг О., Кауцор Х.-У., Лайер Г., Ридэн Т.В. Кт-паттерны при COVID-19 ассоциированных пневмониях – Стандартизация описаний исследований на основе глоссария общества Флейшнера. *REJR* 2019; 9(4):82-96. DOI:10.21569/2222-7415-2019-9-4-82-96.

Статья получена: 06.04.20

Статья принята: 09.04.20

CT-PATTERNS IN COVID-19 ASSOCIATED PNEUMONIA – UNIFICATION OF RADIOLOGICAL REPORTS BASED ON GLOSSARY OF FLEISCHNER SOCIETY

Khristenko E.^{1,2}, von Stackelberg O.^{1,2}, Kauczor H.-U.^{1,2}, Layer G.³, Rieden T.³.

According to most recent publications, computed tomography (CT) plays the central role in diagnostic, evaluation of severity and follow-up of COVID-19 associated pneumonias. The aim of this article is to unify the assessment of the lung and thorax CT-studies in patients with COVID-19 associated pneumonias based on the glossary of Fleischner Society. The results of CT-studies of verified COVID-19 associated pneumonias are demonstrated in this article. The terminology of Fleischner Society glossary is suggested for the description of CT-studies. The value of different CT-patterns in evaluation of presentation, severity grade and prognosis in COVID-19 pneumonias is highlighted. *This article was supported by the Medical Faculty of Heidelberg University.*

Keywords: COVID-19, COVID-19 associated pneumonia, computed tomography, glossary of Fleischner Society.

Corresponding author: Khristenko E., e-mail: katkhristenko@gmail.com

For citation: Khristenko E., von Stackelberg O., Kauczor H.-U., Layer G., Rieden T. Ct-patterns in COVID-19 associated pneumonia – unification of radiological reports based on

1 - Университетская клиника города Хайдельберг. Отделение радиологии.

Хайдельберг, Германия

2 - Трансляционный исследовательский центр Хайдельберга, член немецкого центра по исследованию легких, Германия.

3 - Институт радиологии, Клиника города Людвигсхафен, Германия

1 - Heidelberg University Hospital. Department of Radiology,

Heidelberg, Germany

2 - Translational Research Center Heidelberg (TLRC), member of the German Center of Lung Research (DZL), Germany.

3 - Central Institute of Radiology, Ludwigshafen City Hospital, Germany

Received: 06.04.20

Accepted: 09.04.20

Эпидемия коронавируса началась в декабре 2019 года в городе Ухань (столица провинции Хубей) в Китае, и 11 марта 2020 года была классифицирована ВОЗ как пандемия. Вирус с высокой скоростью распространился как в Китае, так и по всему миру, и, на сегодняшний день, 8 апреля 2020 года, случаи коронавирусной инфекции подтверждены в 209 странах. Количество инфицированных людей превысило 1.455.519 человек, смертность составляет приблизительно 83.664 человек, при этом наиболее сильно пострадали такие страны как Соединенные Штаты Америки (США) (404.056 случаев), Испания (146.690 случаев), Италия (135.586 случаев), Германия (109.329 случаев), Франция (109.069 случаев) и Китай (81.802 случаев). В России зарегистрировано 8672 случая COVID-19. В данный момент центр эпидемии переместился из Китая в европейские страны и США [1].

На сегодняшний день золотым стандартом диагностики COVID-19 является полимеразная цепная реакция с обратной транскрипцией в реальном времени (ПЦР), в качестве образцов для анализа используются мазок со слизистой задней стенки ротоглотки и обеих полостей носа, трахеобронхиальный секрет, в также промывные воды бронхов при распространении вируса на нижние дыхательные пути. Однако в отечественных публикациях подчеркивается важность и своевременность данных компьютерной томографии у пациентов с первичными ложноотрицательными результатами ПЦР при подозрении на COVID-19 [2-4].

В условиях резкого роста торакальных исследований по всему миру (и России, в частности), особую значимость приобретает использование общепринятой терминологии при описании выполненных исследований, что будет способствовать улучшению и унифицированию результатов КТ-исследований в различных медицинских учреждениях.

В настоящее время наиболее применимой среди радиологов и рентгенологов является система терминологии, предложенная обществом Флейшнера (Fleischner Society). Общество Флейшнера – международное сообщество торакальных радиологов, основанное в 1969 году восемью первыми членами. Общество было названо в память о Феликсе Флейшнере, выдающемся педагоге, клиницисте и исследователе, который внес большой вклад в развитие этого направления в радиологии. Сегодня в Общество

Флейшнера входят специалисты по взрослой и детской радиологии, патологии, пульмонологии, торакальной хирургии, физиологии, эпидемиологии и других смежных специальностей. Основная роль Общества – создание и публикация документов, которые отражают актуальные основополагающие аспекты в торакальной радиологии с позиций междисциплинарного подхода. Обществом управляет Американский колледж радиологии в Рестоне, штат Вирджиния, США.

С 1985 года Общество Флейшнера опубликовало несколько рекомендаций по терминологии, употребляемой в торакальной радиологии (так называемый глоссарий Общества Флейшнера), последние рекомендации вышли в 2008 году [5].

Исходя из вышесказанного, целью данной публикации явилась стандартизация терминологии в оценке изменений органов грудной клетки у больных COVID-19 ассоциированными пневмониями с использованием терминологии на основе глоссария Общества Флейшнера. Работа проиллюстрирована результатами собственных КТ-исследований. В статье представлен обновленный и иллюстрированный глоссарий избранных радиологических терминов для оценки и описания торакальных исследований при COVID-19 ассоциированных изменениях легких. Иногда термины были скорректированы с учетом использования русского языка.

КТ-изменения легких при COVID-19 инфекции.

По опубликованным данным компьютерная томография играет центральную роль в диагностике, оценке тяжести поражения и течения COVID-19 ассоциированных пневмоний [6, 7]. Изменения легких при COVID-19 ассоциированных пневмониях достаточно вариабельны, однако большинство авторов сходятся во мнении, что наиболее частыми, и вместе с тем, наиболее характерными изменениями являются уплотнение паренхимы по типу матового стекла (единичное или множественные), а также сочетание этих изменений с консолидацией и/или с ретикулярными изменениями (изменения по типу булыжной мостовой). Наиболее часто данные пневмонии манифестируют на КТ как билатеральные изменения с преимущественно субплевральной локализацией при отсутствии плеврального выпота. При этом наиболее типично дорсальное расположение изменений с вовлечением нескольких долей легких, преимущественно нижних [8-14].

Все использованные иллюстрации являют-

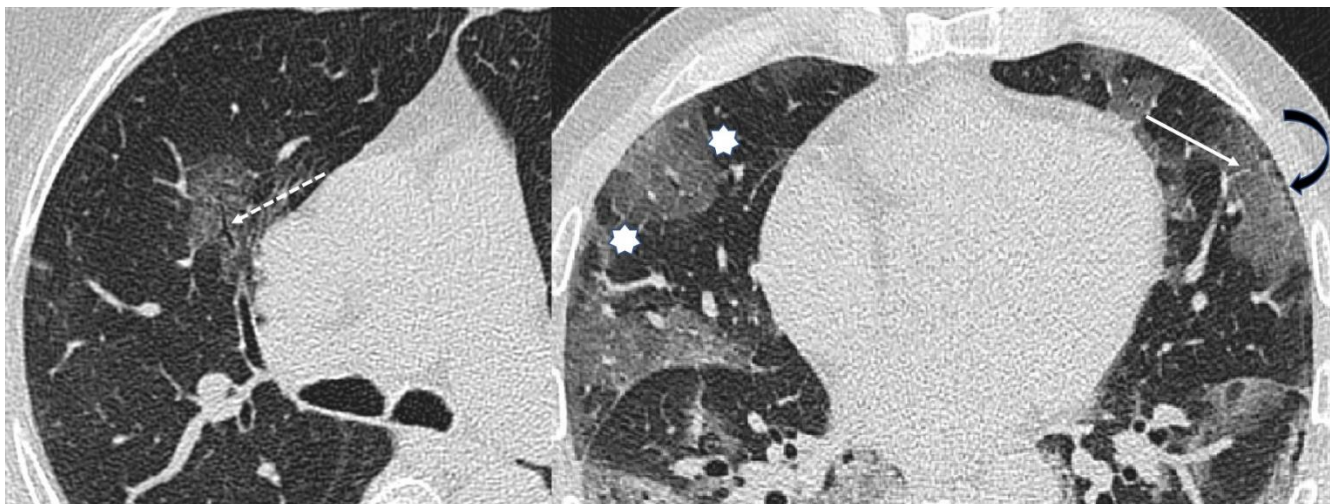


Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. МСКТ. Аксиальная проекция. Нативное исследование органов грудной клетки.

Представлены различные виды уплотнения паренхимы по типу матового стекла. Сосудистые (сплошная стрелка) и бронхиальные (пунктирная стрелка) структуры четко дифференцируются. Округлая морфология уплотнения (звездочки по контуру), узкая полоска сохраненной пневматизации непосредственно в субплевральных отделах (изогнутая стрелка).

Fig. 1. MSCT. Axial plane. Native examination of thorax.

Different types of ground-glass opacity pattern. Vascular (arrow) and bronchial (dotted arrow) structures are well differentiated. Round morphology of GGO (arrows), thin line of spared pneumatization in subpleural region (curved arrow).

ся авторскими и были оценены при согласии этического комитета нашей клиники. Оценка изображений была выполнена ретроспективно двумя радиологами с опытом работы в радиологии 10 и 30 лет. Исследование является описательным, статистический анализ для данной публикации не проводился.

Ниже представлены основные признаки, или паттерны, изменений органов грудной клетки при COVID-19 ассоциированных пневмониях.

Матовое стекло (Ground-Glass Opacity, GGO).

Паттерн применим для описания КТ и рентгенограмм.

Представляет собой, как следует из названия, легкое уплотнение паренхимы без ее объемного уменьшения, с частичным сохранением пневматизации, за счет чего на нативных томограммах четко прослеживаются бронхиальные и сосудистые структуры. Патоморфологически уплотнение паренхимы по типу матового стекла представляет собой частичное заполнение ацинусов каким-либо патологическим субстратом (экссудатом, транссудатом либо опухолевыми клетками), или утолщение интерстиция (опять таки за счет жидкости, клеток или фиброза), или возросший объем капиллярного русла, или сочетание всех этих изменений [5]. Результирующим является в итоге частичное снижение

пневматизации.

Это самые ранние изменения паренхимы легкого, выявляемые при COVID-19, как правило, немалых размеров. По локализации различают билатеральные изменения, с преимущественным поражением нижних долей, по морфологии – округлые или протяженные, последние чаще субплевральные. В случае COVID-19 матовое уплотнение паренхимы в субплевральных отделах может быть ассоциировано с плеврой, либо с сохранением тонкой полоски нормально пневматизированной паренхимы непосредственно в субплевральных отделах (рис.1). Матовое стекло может встречаться практически на всех фазах развития COVID-19, прогрессируя при образовании консолидации и/или crazy paving (см. ниже), а также оставаясь резидуальным при регрессировании изменений.

Данный паттерн является наиболее частым при COVID-19 пневмониях с или без участков консолидации или ретикулярных изменений [15-17]. По данным Xu Z et al. аутопсия умерших от COVID-19 выявляла в зонах матового стекла отек легкого и образование гиалиновых мембран [18].

Консолидация (Consolidation).

Паттерн применим для описания КТ и рентгенограмм.

Это второй по частоте встречаемости паттерн при COVID-19. Патоморфологически пред-



Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. МСКТ. Аксиальная проекция. Нативное исследование органов грудной клетки.

Различные виды консолидации: округлая (сплошная стрелка) и сливная консолидация в дорзальных отделах легких. Сосудистые и мелкие бронхиальные структуры не дифференцируются в отличие от зоны матового стекла (пунктирная стрелка).

Fig. 2. MSCT. Axial plane. Native examination of thorax.

Different types of consolidation: round (arrow) and confluent consolidation in dorsal parts of both lungs. Vascular and bronchial structures are not differentiated, compared to the area of ground glass opacity (dotted arrow).

ставляет собой полное замещение воздуха в альвеолах патологическим субстратом (по аналогии с описанным выше матовым стеклом). Этот вид уплотнения паренхимы развивается, в отличие от ателектаза, без уменьшения объема. На нативных КТ-томограммах консолидация характеризуется значительным повышением плотности паренхимы, на фоне чего бронхиальные и васкулярные структуры больше не дифференцируются вследствие их изоденсивности по сравнению с уплотненным участком (рис.2). Следует отметить, в что зонах консолидации, расположенных в прикорневых отделах легких, просветы крупных бронхов все же прослеживаются, демонстрируя так называемую «пневмобронхограмму», о чем будет сказано ниже.

При COVID-19 консолидация развивается, как правило, на месте матового стекла, при этом часто само матовое стекло прогрессирует по локализации и размерам. Поэтому наличие консолидации свидетельствует о развитии, прогрессировании процесса. Нередко первичное КТ-исследование демонстрирует сочетание зон матового стекла и консолидации, что не позволяет расценить изменения паренхимы легких как начальные, когда визуализируются только

участки чистого матового стекла. Консолидация может быть однородной (солидной) по структуре, а также еще (в случае прогрессирования) или уже (при регрессировании уплотнения) содержать мелкие включения частично пневматизированных долек.

Некоторые авторы указывают, что развитие консолидации при COVID-19 происходит до 2 недель [10], в то время как другие наблюдали прогрессирование матового стекла и его сочетание с консолидацией в течение 1-3 недель [19]. В любом случае, чем дольше интервал между началом симптомов болезни и КТ-исследованием, тем выше вероятность выявления консолидации легочной паренхимы [20-22]. При аутопсии умерших от COVID-19 в зонах консолидации выявлялся целлюлярный фибромиксоидный экссудат [18].

Булыжная мостовая (Crazy-Paving Pattern).

Паттерн применим для описания КТ.

Паттерн представляет собой сочетание фоновых изменений по типу матового стекла и выраженного утолщения интерстициальных внутри- и междольковых септ, формально – отек паренхимы (рис. 3). При прогрессировании

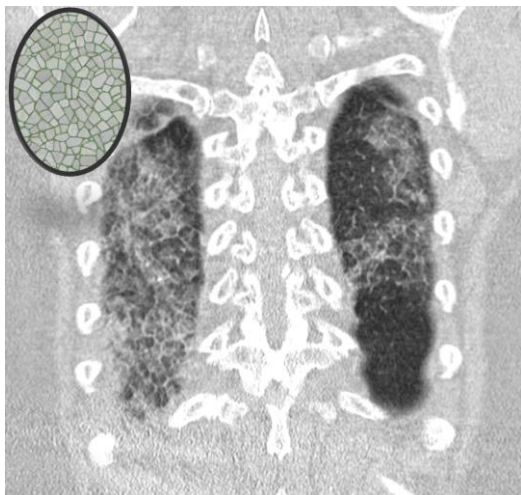


Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. Изменения по типу булыжной мостовой.

На нативных корональных КТ-томограммах определяется утолщение междолькового интерстиция на фоне матового стекла, что напоминает неравномерные камни на мощеной булыжной мостовой.

Fig. 3. Crazy-paving pattern.

On native coronal reformats thickened interlobular septa and intralobular lines are visible, superimposed on a background of ground-glass opacity. This resembles irregularly shaped paving stones.



Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. МСКТ. Аксиальная проекция. Нативное исследование органов грудной клетки.

Ретикулярные изменения: значительное утолщение междольковых интерстициальных перегородок (стрелки) в паракостальных субплевральных отделах перпендикулярно плевральной поверхности.

Fig. 4. MSCT. Axial plane. Native examination of thorax.

Reticular pattern: collection of small linear opacities in subpleural paracostal region (arrows) running perpendicular to the pleural surface.

изменений происходит их трансформация в участки консолидации, при регрессировании – переход к резидуальным изменениям по типу матового стекла.

При патоморфологическом исследовании, согласно знаниям по предыдущему SARS, изменения представляют собой альвеолярный отек и интерстициальное воспаление при остром поражении легкого [21]. При COVID-19 паттерн выявляется до 36% случаев и в сочетании с матовым стеклом и/или консолидацией указывает на прогрессирование или пиковую фазу заболевания [20, 22].

Ретикулярные изменения (Reticular Pattern).

Паттерн применим для описания КТ и рентгенограмм.

Данный паттерн встречается не только при воспалительных заболеваниях, в случае COVID-19 – вирусных пневмониях. Самое раннее появление данного паттерна описано к концу первой недели COVID-19 инфекции.

Изменения представляют собой утолщение интра- и интерлобулярных перегородок, а также множественные линейные утолщения, прежде всего за счет интерстициальной лимфоцитарной инфильтрации [5]. В случае COVID-19 данный паттерн развивается в основном вторично на фоне матового стекла и/или консолидации (рис. 4). При длительном течении болезни данный паттерн может прогрессировать и преобладать [19].

Пневмобронхограмма (Air bronchogram).

Паттерн применим для описания КТ и рентгенограмм.

Пневмобронхограмма представляет собой воздушные бронхи на фоне перибронхиального уплотнения паренхимы по типу матового стекла или консолидации [5], а в случаях развития острого респираторного дистресс синдрома – на фоне так называемого “белого легкого”. В случае COVID-19 пневмоний просвет трахеобронхиального дерева остается, как правило, свободным несмотря на то, что некоторые авторы отмечают высокую вязкость бронхиального секрета, вызывающего сухой или со скудной мокротой кашель.

КТ-морфологически прослеживаются пневматизированные бронхи с неизменной топографией (Рис. 5).

Изменения трахеобронхиальной системы.

Бронхо- и бронхиолоэктазы (Bronchiectasis and Bronchiolectasis).

Термин бронхоэктазы применим для описания КТ и рентгенограмм.

При COVID-19 встречается дилатация бронхов по типу цилиндрических бронхоэктазов с преимущественным поражением мелких бронхов. Уплотнение стенки бронхов циркуляр-

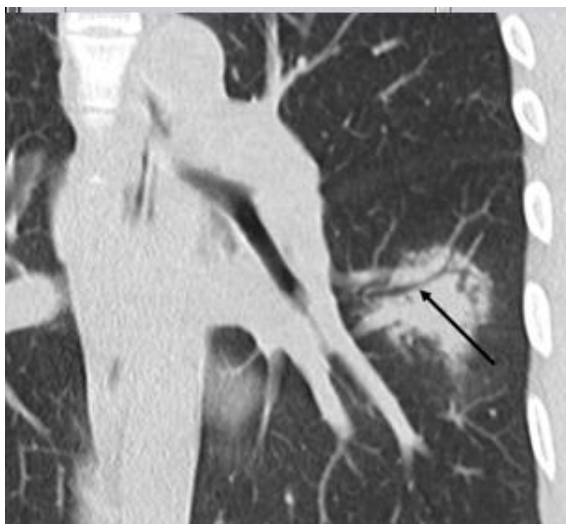


Рис. 5 а (Fig. 5 а)



Рис. 5 б (Fig. 5 б)

Рис. 5. МСКТ. Корональная (а) и аксиальная (б) проекции. Нативное исследование органов грудной клетки.

Пневмобронхограмма (стрелки) в различных зонах консолидации:

а – округлая консолидация (нетипичные COVID-ассоциированные изменения) при легком течении COVID-19.

б – консолидация при остром респираторном дистресс-синдроме (ОРДС), пиковая или терминальная фаза поражения легких.

Fig. 5. MSCT. Coronal (a) and axial (b) planes. Native examination of thorax.

Air bronchogram (arrows) in different zones of consolidation:

a – round consolidation (not typical for COVID-19 associated pneumonia) in a patient with light course of the disease.

b – consolidation in acute respiratory distress syndrome (ARDS), terminal stage of lung damage.

ное, как правило, равномерное, выражено умеренно. Часто отмечается асимметрия поражения, особенно в зонах матового стекла (Рис. 6). Чтобы подчеркнуть преимущественные изменения в бронхах малого диаметра, используется термин бронхиолоэктазы. Такие изменения не визуализируются на традиционных рентгенограммах. В случае COVID-19 по данным различных авторов бронхо- и бронхиолоэктазы были выявлены в 10-20% случаев, при этом в клинически тяжелых случаях утолщение стенок бронхов встречалось чаще, чем при других инфекциях [20, 21].

Субплевральные курвилинеарные утолщения (Subpleural Curvilinear Line).

Паттерн применим для описания КТ.

Паттерн представляет собой тонкие (1-3 мм) уплотнения паренхимы на расстоянии до 1 см от плевры и параллельно ей [5].

Данные изменения могут располагаться как паракостально, так и парамедиастинально (Рис. 7). В случае COVID-19 встречались около 20%, представляя отек или фиброз [21, 22].

Изменения плевры.

Плевральные изменения визуализируются

как на КТ, так и на рентгенограммах.

К изменениям плевры при COVID-19 относят утолщение плевры и плевральный выпот, хотя многие авторы отмечают, что данные изменения являются редкими (Рис. 8) и, как правило, сопряжены с неблагоприятным прогнозом.

Shi H et al. провели исследование, которое включало анализ данных 81 пациента, которые были разделены на четыре группы, в зависимости от стадии заболевания: преклинические изменения, первая неделя после появления клинической симптоматики, вторая и третья недели после появления клинической симптоматики. При этом плевральный выпот был выявлен во второй группе в 5% и в четвертой группе – в 13% случаев. Утолщение плевры было характерно для более поздних стадий заболевания и встречалось в 47% в четвертой группе пациентов [19].

При проведенной аутопсии умершего от COVID-19, Xi Liu RW et al. указали на утолщение плевры и распространенные адгезивные изменения [23].

Симптом хало и симптом реверсивного



Рис. 6 (Fig. 6)

Рис. 6. МСКТ. Аксиальная проекция. Нативное исследование органов грудной клетки.

Бронхиолоэктазы определяются как эктазия мелких воздушных бронхов в нижних отделах легких с обеих сторон (стрелки). Изменения отмечены в зонах матового стекла с четкой асимметрией сторон. Для этой локализации такой диаметр бронхов является патологическим.

Fig. 6. MSCT. Axial plane. Native examination of thorax.

Bronchiolectasis are visible as dilatation of small airways in the lower parts of both lungs (arrows). The changes are found bilaterally with asymmetry. For this location such diameter of small airways is pathological.



Рис. 7 (Fig. 7)

Рис. 7. МСКТ. Корональная проекция. Нативное исследование органов грудной.

Субплевральные курвилинеарные линии: определяются участки сохраненной пневматизации непосредственно в субплевральных отделах – паракостально в левом гемитораксе и парамедиастинально – в правом, окруженные курвилинеарными уплотнениями.

Fig. 7. MSCT. Coronal plane. Native examination of thorax.

Subpleural curvilinear lines: subpleural areas of spared pneumatization are visible, surrounded with curvilinear opacities. Paracostal location in the left hemithorax and paramediastinal – in the right hemithorax.



Рис. 8 (Fig. 8)

Рис. 8. МСКТ. Аксиальная проекция. Нативное исследование органов грудной клетки.

Отсутствие утолщения плевры в зонах консолидации: макроструктурно неизменная плевра как в зоне плевроассоциированной консолидации (сплошная стрелка), так и при сохранении полосы пневматизированной паренхимы непосредственно в субплевральных отделах (пунктирная стрелка).

Fig. 8. MSCT. Axial plane. Native examination of thorax.

Absence of pleural thickening in the areas of consolidation. Intact pleura in the area of pleura-associated consolidation (arrow) and in the area of spared pneumatization in subpleural regions (dotted arrow).

хало (Halo Sign and Reverse Halo Sign).

Паттерны применимы для описания КТ.

При симптоме хало определяется очаг или образование, окруженное матовым стеклом. Ранее данные изменения рассматривались как коррелят перифокальной геморрагии при ангиоинвазивных микозах (прежде всего аспергиллезе), гиперваскулярных метастазах, вирусной инфекции и организуемой пневмонии [5], однако, основной пусковой патологический механизм на сегодня не изучен.

Симптом хало также не является типичной манифестацией COVID-19 ассоциированной пневмонии, однако описание данного симптома встречается у единичных авторов [24]. Пример личного наблюдения представлен на Рис. 9.

мелкой буллы. В случае буллы изменения можно расценивать как псевдореверсивное хало (Рис. 11).

Симптом реверсивного хало ранее рассматривался как специфический коррелят организуемой пневмонии, но он встречается и при другой патологии, такой как, например, паракокцидиомикоз.

Такие изменения легких, как внутрибронхиальный мукоидный секрет (mucoid impaction), изменения по типу «дерево в почках» (tree-in-bud pattern), характерные для бронхоолита, а также выраженное утолщение стенок бронхов (marked bronchial wall thickening) по данным большинства авторов нетипичны для COVID-19 пациентов.

В случае благоприятного течения болезни

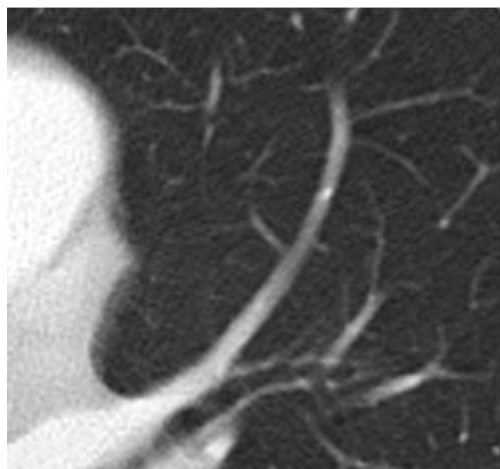


Рис. 9 а (Fig. 9 а)

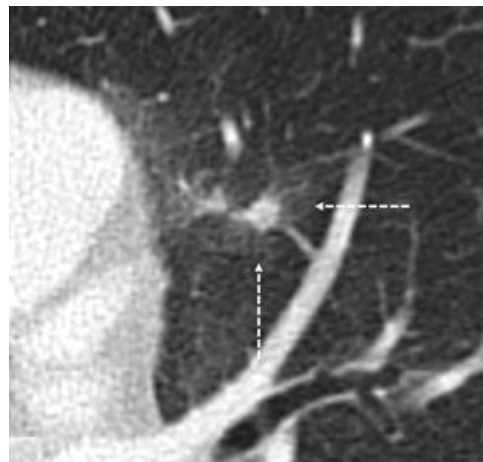


Рис. 9 б (Fig. 9 б)

Рис. 9. МСКТ. Аксиальные проекции. Нативное исследование органов грудной клетки.

Симптом хало:

а – исходная КТ, выполненная по другим показаниям.

б – КТ через 3,5 месяца при подтвержденной COVID-19 инфекции. Появление плотного очага в язычковых сегментах левого легкого с перифокальным матовым стеклом (стрелки).

Fig. 9. MSCT. Axial planes. Native examination of thorax.

Halo sign:

a – initial CT-scan, performed by other indication.

b – CT examination after 3.5 months with verified COVID-19. Ground-glass opacity surrounding a nodule in the lingual segments of the left lung.

Симптом реверсивного хало, как следует из названия, представляет собой обратное изменение плотности в зоне изменений по сравнению с хало. Определяется как округлый фокус матового стекла, окруженный кольцевидной консолидацией (Рис. 10). При COVID-19 реверсивное хало описано как при развитии процесса, так и при резорбции очага с резидуальным гиподенсивным центром. Центральный гиподенсивный компонент имеет в зоне уплотнения паренхимы неровные контуры, в отличие от

после пиковой фазы различные виды уплотнения паренхимы легкого уменьшаются в объеме и уплотняются, переходя в стадию разрешения (Рис. 12). Однако в настоящий момент данная ситуация отличается тем, что изучение изменений легких при COVID-19 ассоциированных пневмониях происходит преимущественно перспективно. Представляют особый научный и клинический интерес отдаленные результаты исследований легких у больных, перенесших COVID-19 пневмонию в средней и тяжелой

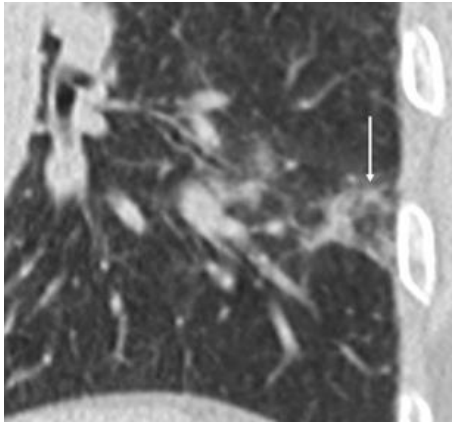


Рис. 10 а (Fig. 10 а)

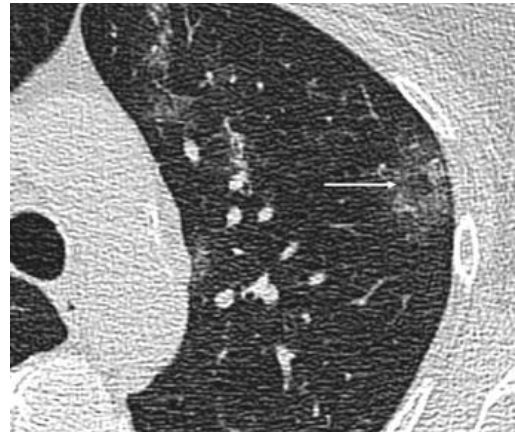


Рис. 10 б (Fig. 10 б)

Рис. 10. МСКТ. Корональная (а) и аксиальная (б) проекции. Нативное исследование органов грудной клетки.

Симптом реверсивного хало:

а – зона матового стекла с перифокальной консолидацией (стрелка).

б – появление центральной пневматизации в зоне матового стекла (стрелка), контуры центральной зоны нечеткие.

Fig. 10. MSCT. Coronal (a) and axial (b) planes. Native examination of thorax.

Reversed halo sign:

a – rounded area of ground-glass opacity with perifocal consolidation (arrow).

b – area of central pneumatization within the area of ground-glass opacity (arrow), unsharp margins of the central zone.

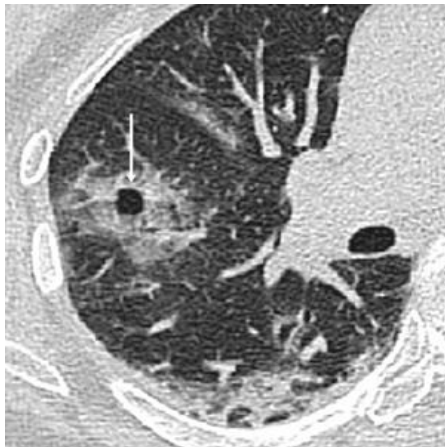


Рис. 11 а (Fig. 11 а)

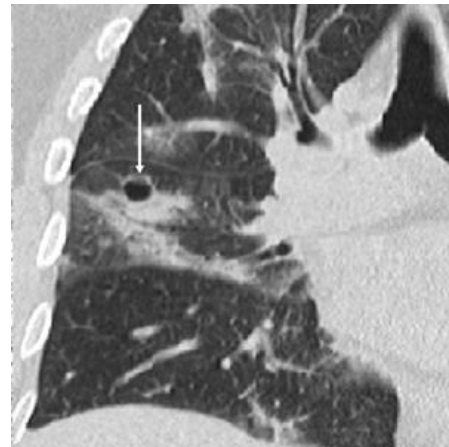


Рис. 11 б (Fig. 11 б)

Рис. 11. МСКТ. Аксиальная (а) и корональная (б) проекции. Нативное исследование органов грудной клетки.

Симптом псевдореверсивного хало. Мелкая булла в зоне консолидации, симулирующая реверсивное хало. Контуры буллы, в отличие от появляющейся центральной пневматизации при реверсивном хало, ровные и четкие (стрелки).

Fig. 11. MSCT. Axial (a) and coronal (b) planes.

Pseudo reversed halo sing. Small bulla within the area of consolidation, simulating reversed halo sign. Margins of this bulla are sharp und well circumscribed (arrows).

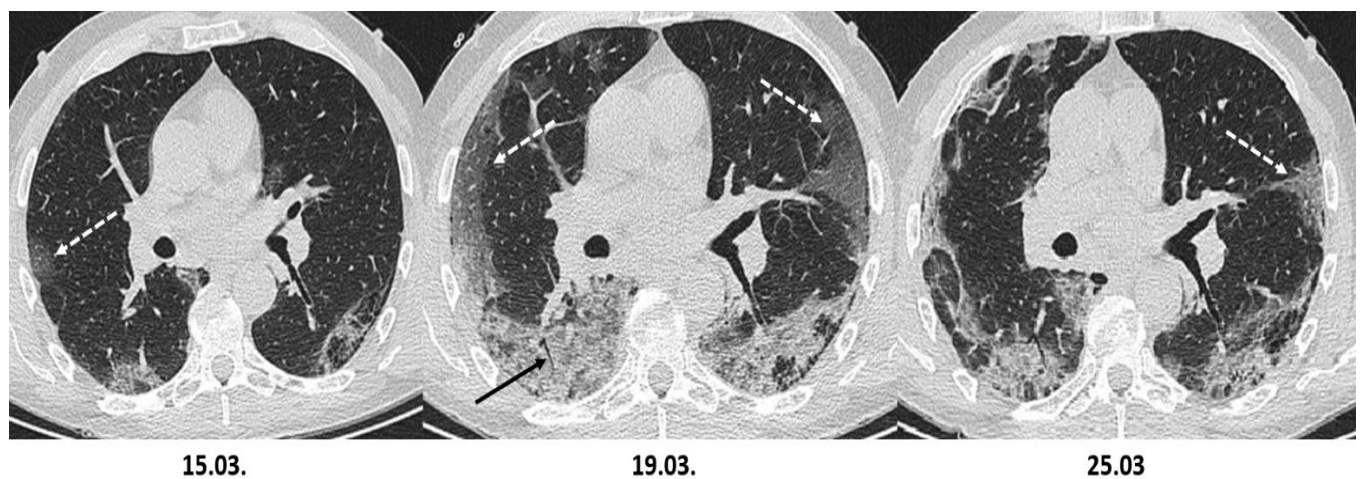


Рис. 12 (Fig. 12)

Рис. 12. МСКТ. Аксиальные проекции. Нативные исследования органов грудной клетки, выполненные в динамике.

Развитие COVID-19 ассоциированной пневмонии (средней тяжести течения) по данным КТ.

Первое исследование (15.03.2020): зона матового стекла в субплевральных отделах правого легкого (пунктирная стрелка). Появляющаяся консолидация в дорзальных отделах легких с обеих сторон.

Второе исследование (19.03.2020): прогрессирование матового стекла по размерам и локализации (пунктирные стрелки). Увеличивающаяся билатеральная консолидация паренхимы с пневмоbronхограммой (черная стрелка).

Последнее перед выпиской исследование (25.03.2020): уменьшение объема изменений, резидуальное матовое стекло (пунктирная стрелка).

Fig. 12. MDCT. Axial planes. Native examinations of thorax at three different timepoints.

Course of COVID-19 associated pneumonia (moderate severity) on CT.

First study (15.03.2020): area of ground glass opacity in the subpleural region of the right lung (dotted arrow). Subtle consolidation areas in the dorsal parts of both lungs.

Second study (19.03.2020): progression of the areas of ground-glass opacities (dotted arrows). Progression of bilateral consolidation of lung parenchyma with positive air bronchogram.

Third study before the discharge (25.03.2020): regression of the changes, residual ground-glass opacities (dotted arrow).

формах.

Заключение.

Исходя из выполненных исследований и проиллюстрированных наблюдений, представляется целесообразным использование структурированного протокола описания органов грудной клетки для пациентов с подозрением или с верифицированной COVID-19 пневмонией.

В описательной части протокола оценку инфильтрации легких следует разделить на описание морфологии изменений, описание распределения изменений и их распространенности. При этом, при описании морфологии изменений могут быть выделены первичный (доминантный) и вторичный (менее выраженный) паттерны или их сочетание. При этом к наиболее типичным паттернам относятся: изменения по типу матового стекла, консолидация, изме-

нения по типу бульбозной мостовой, ретикулярные изменения, а также их комбинация. При описании распределения изменений указывается их анатомическое положение/топография. При характеристике распространенности изменений выделяются наиболее пораженные участки легких и дается оценка степени тяжести изменений в виде приблизительной количественной оценки в процентах пораженной паренхимы обоих легких в целом.

В заключительной части протокола целесообразно оценить вероятность ассоциации выявленных изменений с COVID-19, таким образом дав оценку специфичности изменений. На наш взгляд, в случае неподтвержденной COVID-19 наиболее оптимальным вариантом заключения является, например: КТ-морфологически выявленные изменения (...) с высо-

кой/средней/малой степенью вероятности могут быть ассоциированы с COVID-19 пневмонией. Далее дается оценка степени тяжести поражения паренхимы обоих легких (0-25%, 25-50%, 50-75%, 75-100%) и/или динамика изменений. Поскольку наличие медиастинальной лимфаденопатии, а также плеврального выпота, как правило, сопряжены с тяжелым течением заболевания, в заключении протокола целесообразно упоминать эти изменения, указывающие на неблагоприятный прогноз. Также могут быть

перечислены альтернативные диагнозы и уже имеющиеся заболевания легких.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Данная статья выполнена при поддержке медицинского факультета Хайдельбергского университета. Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

References:

1. <https://www.worldometers.info/coronavirus/>
2. Fang Y, Zhang H, Xie J et al (2020) Sensitivity of chest CT for COVID-19: comparison to RT-PCR. *Radiology*. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200432>
3. Huang P, Liu T, Huang L et al (2020) Use of chest CT in combination with negative RT-PCR assay for the 2019 novel coronavirus but high clinical suspicion. *Radiology*. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200330>
4. Xie X, Zhong Z, Zhao W, Zheng C, Wang F, Liu J (2020) Chest CT for typical 2019-nCoV pneumonia: relationship to negative RT-PCR testing. *Radiology*. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200343>
5. Hansell DM, Bankier AA, MacMahon H, McLoud TC, Müller NL, Remy J. Fleischner Society: glossary of terms for thoracic imaging. *Radiology*. 2008 Mar;246(3):697-722.
6. Wang Y, Dong C, Hu Y, Li C, Ren Q, Zhang X, Shi H, Zhou M. Temporal Changes of CT Findings in 90 Patients with COVID-19 Pneumonia: A Longitudinal Study. *Radiology*. 2020 Mar 19:200843.
7. National Health Commission of the People's Republic of China. The guidelines for the diagnosis and treatment of 2019-nCoV pneumonia (the 5th edition). <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7653p/202002/d4b895337e19445f8d728fcaf1e3e13a/files/ab6bec7f93e64e7f998d802991203cd6.pdf>.
8. Ran Yang, Xiang Li, Huan Liu, Yanling Zhen, Xianxiang Zhang, Qiuxia Xiong, Yong Luo, Cailiang Gao, and Wenbing Zeng. Chest CT Severity Score: An Imaging Tool for Assessing Severe COVID-19. *Radiology: Cardiothoracic Imaging* 2020 2:2
9. Li, K., Fang, Y., Li, W. et al. CT image visual quantitative evaluation and clinical classification of coronavirus disease (COVID-19). *Eur Radiol* (2020). <https://doi.org/10.1007/s00330-020-06817-6>
10. Pan F, Ye T, Sun P, Gui S, Liang B, Li L, Zheng D, Wang J, Hesketh RL, Yang L, Zheng C. Time Course of Lung Changes On Chest CT During Recovery From 2019 Novel Coronavirus (COVID-19) Pneumonia. *Radiology*. 2020 Feb 13:200370. Doi: 10.1148/radiol.2020200370. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 32053470.
11. Bai HX, Hsieh B, Xiong Z, Halsey K, Choi JW, Tran TML, Pan I, Shi LB, Wang DC, Mei J, Jiang XL, Zeng QH, Eggin TK, Hu PF, Agarwal S, Xie F, Li S, Healey T, Atalay MK, Liao WH. Performance of radiologists in differentiating COVID-19 from viral pneumonia on chest CT. *Radiology*. 2020 Mar 10:200823. Doi: 10.1148/radiol.2020200823. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 32155105.
12. Salehi S, Abedi A, Balakrishnan S, Gholamrezanezhad A.

13. Wang D, Hu B, Hu C et al (2020) Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in Wuhan, China. *JAMA*. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.1585>
14. Chung M, Bernheim A, Mei X et al (2020) CT imaging features of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV). *Radiology*. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200230>
15. Pan Y, Guan H, Zhou S et al (2020) Initial CT findings and temporal changes in patients with the novel coronavirus pneumonia (2019-nCoV): a study of 63 patients in Wuhan, China. *Eur Radiol*. <https://doi.org/10.1007/s00330-020-06731-x>
16. Song F, Shi N, Shan F et al (2020) Emerging coronavirus 2019-nCoV pneumonia. *Radiology*. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200274>
17. Ng M-Y, Lee EY, Yang J et al (2020) Imaging profile of the COVID-19 infection: radiologic findings and literature review. *Radiology: Cardiothoracic Imaging*. <https://doi.org/10.1148/ryct.2020200034>
18. Xu Z, Shi L, Wang Y et al (2020) Pathological findings of COVID-19 associated with acute respiratory distress syndrome. *Lancet Respir Med*. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30076-X](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30076-X)
19. Shi H, Han X, Jiang N et al (2020) Radiological findings from 81 patients with COVID-19 pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet Infect Dis*. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30086-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30086-4)
20. Bernheim A, Mei X, Huang M et al (2020) Chest CT findings in coronavirus disease-19 (COVID-19): relationship to duration of infection. *Radiology*. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200463>
21. Wu J, Wu X, Zeng W et al (2020) Chest CT findings in patients with corona virus disease 2019 and its relationship with clinical features. *Invest Radiol*. <https://doi.org/10.1097/RLI.0000000000000670>
22. Kunhua Li JW, Wu F, Guo D, Chen L, Zheng F, Li C (2020) The clinical and chest CT features associated with severe and critical COVID-19 pneumonia. *Invest Radiol*. <https://doi.org/10.1097/RLI.0000000000000672>
23. Xi Liu RW, Guoqiang Q, Wang Y et al (2020) A observational autopsy report of COVID-19 (Chinese). *J Forensic Med* 36:19-2
24. Li X, Zeng X, Liu B, Yu Y (2020) COVID-19 infection presenting with CT halo sign. *Radiology: Cardiothoracic Imaging*. <https://doi.org/10.1148/ryct.2020200026>.