

КТ в диагностике вирусных пневмоний при COVID-19

ЧАСТЬ III

**Эпидемиология, патогенез, клинические
проявления и КТ-семиотика атипичной
пневмонии при COVID-19**

Вирусные пневмонии, группа клинически тяжелых заболеваний,, сопровождающихся снижением ФВД и дыхательной недостаточности

Клинически - одышка, сухой кашель, кашель с слизистой или гнойной мокротой, кровохарканью.

Данные морфологических исследований при ВП:

Альвеолит, тромбы в просвете сосудов, кровоизлияния в альвеолах с примесью фибрина. Стенки альвеол отечные, формирование фиброза по типу НСИП

Негативный фактор при хронизации процесса, это развитие констриктивного бронхиолита или ИФА



Вирусные поражения легких

- **РС вирусы и Аденовирусы** - **бронхиолит**
- **Грипп А**
H1N1 (мичиган, калифорнийский, свиной, испанка)
H3N2 (гонконгский)
H7N9 (птичий)
H1N5 (птичий)
- **Грипп В (колорадо, пхукет)**
- **Парагрипп**
- **Коронарвирус** - **альвеолит**

Пневмония при гриппе

- Первичная вирусная пневмония
- Вирусно-бактериальная пневмония
- Вторичная бактериальная пневмония при вирусной инфекции

Авдеев С.Н. «РМЖ» №13, 2000, с. 545-560

- Осложненное течение вирусной пневмонии – РДС, пневмоторакс, пневмомедиастинум, ТЭЛА, специфические инфекции – туберкулез, микоз

Полушин Ю.С. с соавт. 2010

- Исход – формирование фиброзных изменений

Первичные вирусные пневмонии

- Интерстициальные изменения легочной ткани плохо регистрируются на рентгенограммах
- КТ – уплотнение внутридолькового интерстиция отдельных вторичных долек. Объем пораженных долек уменьшен. Расположение – субплевральное с преимущественным вовлечением нижних долей. Иногда применяют эпитет симптом «сухого листа»
- Имеет место поражение отдельных парамедиастинально расположенных долек в верхних долях
- Формирование участков локального пневмофиброза, консолидации
- При определении функции внешнего дыхания – рестриктивных тип нарушений при снижении диффузной способности легких
- Тип поражения легочной ткани при различных вирусных пневмониях существенно не отличается

Вирусно-бактериальная пневмония

- Присоединение бактериальной инфекции с формированием участков альвеолярной инфильтрации в зоне интерстициальных изменений
- Изменение клинической картины – появление «второй волны» инфекционного процесса
- Осложнения со стороны других органов и систем – миокардит, развитие РДС, ДВС синдрома

Бактериальная пневмония при гриппе

- Инфильтрация легочной ткани альвеолярного характера — плевропневмонический и бронхоальвеолярный типы инфильтрации
- Проявления бронхиальной обструкции
- Гиповентиляция отдельных участков легочной ткани
- Показатели ФВД существенно не меняются до и после лечения

Franquet T., 2001

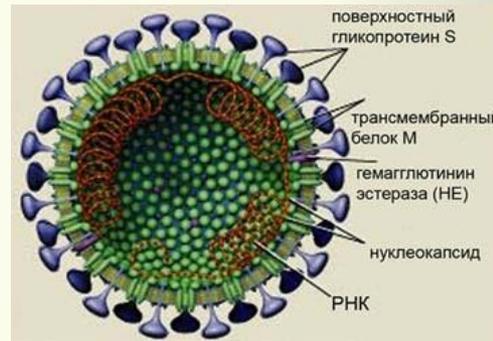
Неблагоприятные исходы вирусных пневмоний

- **Модель с исходом в альвеолит и интерстициальный фиброз** – субплевральный пластинчатый пневмофиброз, дисковидные ателектазы, сотовое легкого (на относительно небольшом протяжении), При определении ФВД – рестриктивные нарушения
- **Модель с исходом в констриктивный бронхиолит** – бронхиальная обструкция с неравномерной вентиляцией легочной ткани, симптом воздушной ловушки, При определении ФВД – обструктивные или смешанные обструктивно-рестриктивные нарушения



Новая коронавирусная инфекция COVID-19

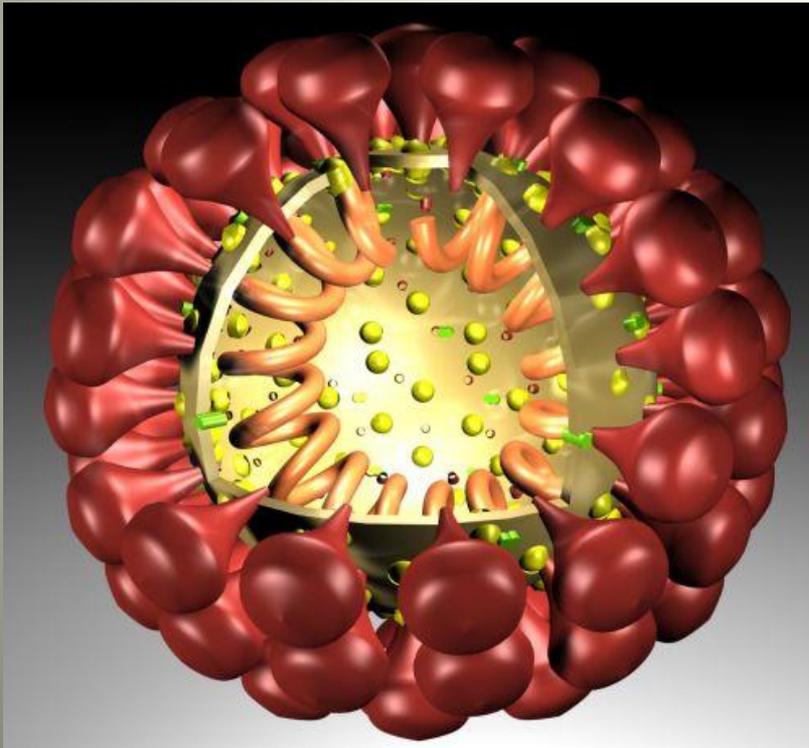
- С декабря 2019 года в Ухане, провинция Хубей КНР
- РНК-вирус. Ближайшие родственники – коронавирус острого респираторного синдрома и ближневосточного респираторного синдрома. Семейство Coronaviridae, отряд – Nidovirales
- Источник инфекции – летучие мыши китайской хризантемы или рептилии (змеи)



- Инкубационный период 3-7 дней (до 14 дней)
- Симптомы – явления фарингита, заложенность носа, насморк, диарея, В тяжелых случаях одышка. Быстро развивается РДС, септический шок, метаболический ацидоз и нарушения коагуляции.
- Изменения в легких при КТ проявляются раньше чем развернутые клинические симптомы **ЭТО ВАЖНО!!!**

Коронавирусы

Это большое семейство РНК-содержащих вирусов, способных инфицировать человека и некоторых животных. Известно более 30 видов. Открыт в 1960 году.



Коронавирус (Coronaviridae)

I группа патогенности • HCoV-229E • HCoV-OC43 • HCoV-NL63 • HCoV-NKUI

10-15 % всех ОРВИ – поражение верхних дыхательных путей легкой и средней тяжести

II группа патогенности • SARS-CoV (2002 г.) • MERS-CoV (2012 г.) • 2019-nCoV (2019 г.)

ТОРС – поражение верхних и нижних дыхательных путей с тяжелым респираторным синдромом

Диагностические критерии пневмонии COVID-19

- Эпидемиологический анамнез – контакт с лихорадящими пациентами с респираторным синдромом из пораженного очага в течении 14 дней до начала болезни
- Клинические проявления – лихорадка, пневмония на КТ, нормальное или уменьшенное количество лейкоцитов крови, снижение лимфоцитов
- Лабораторная диагностика – флуоресцентная полимеразная цепная реакция на COVID-19 в мазках из горла или содержимого нижних дыхательных путей

Контагиозность COVID-19

- Человек болеющий коронавирусом может заразить еще 3.3-3.5 человек вокруг себя
- Болеющий гриппом – 1-2 человека
- При гриппе-испанке – 2.8 человека
- При кори – 12-18 человек

Вывод: коронавирус в 2-3 раза менее заразен, чем корь и в 2-3 раза более заразен, чем грипп.

Эпидемиология

- Первоисточник – не установлен (предположительно – летучие мыши)
- Основной источник сейчас – больной человек, в том числе, находящийся в инкубационном периоде заболевания
- Пути передачи: воздушно-капельный воздушно-пылевой контактный
- Фактор передачи: воздух пищевые продукты предметы обихода, контаминированные 2019-nCoV
- * Инфекция, связанная с оказанием медицинской помощи (заболевание среди врачей)



Кто в группе риска?

*Масштабное исследование (China Center of Disease Control) всех случаев заболевания до 11.02.2020 г.

- Общая смертность держится на уровне 2.3 %
- Самая высокая – в группе людей старше 80 лет – 14.8 %
- В группе от 70-80 лет – 8 %
- Ни одного ребенка в возрасте 0-9 лет не умерло
- В группе 10-40 лет смертность равна 0.2 %
- Мужчин умерло больше, чем женщин – 2.8 % и 1.7 % соответственно

Таким образом, группа риска – люди старше 70 лет с хроническими заболеваниями

Клинические особенности коронавирусной инфекции

- Инкубационный период - 2-14 суток
- Характерные клинические симптомы
 - Повышение температуры тела ($> 90\%$)
 - Кашель (сухой или с небольшим количеством мокроты) в 80%
 - Одышка (55%), наиболее тяжелая к 6-8 дню от момента заболевания
 - Миалгия и утомляемость (44%)
 - Ощущение заложенности в грудной клетке ($> 20\%$)

Менее характерные симптомы

- Головные боли (8%)
- Кровохарканье (5%)
- Диарея (3%)
- Тошнота, рвота
- Сердцебиение

*Симптомы чаще при нормотермии в дебюте заболевания

Клинические варианты и проявления COVID-19

1. ОРВИ легкого течения
2. Пневмония без ДН
3. Пневмония с ДН
4. ОРДС
5. Сепсис
6. Септический (инфекционно-токсический) шок

Клиническая классификация

1. Легкая форма Клинические симптоматика умеренная + Rg negative
2. Средняя форма Лихорадка + поражение дыхательных путей + Rg positive
3. Тяжелая форма
 - ЧДД > 30 в минуту
 - SaO₂ < 93 % • PaO₂/FiO₂ < 300 мм рт.ст.
 - Прогрессирование поражение > 50 % в течение 24-48 часов при визуализации легких следует рассматривать как тяжелый случай
4. Критические случаи
 - Ранняя стадия: 100 мм рт.ст. < индекс оксигенации < 150 мм рт.ст.
 - Средняя стадия: 60 мм рт.ст. < индекс оксигенации < 100 мм рт.ст.
 - Поздняя стадия: индекс оксигенации < 60 мм рт.ст.

Дифференциальный диагноз

Симптомы	COVID-19	ОРВИ	Грипп	Аллергия
Жар	ЧАСТО	Редко	Часто	Иногда
кашель	ЧАСТО	Умеренно	Часто	Иногда Сухой
Затрудненное дыхание	ЧАСТО	Нет	Нет	Часто

Алгоритм обследования

1. Клиническое обследование Особая роль – сбор эпиданамнеза
2. Лабораторная диагностика Особая роль – уровень СРБ (С-реактивный белок - коррелирует с тяжестью течения, распространенностью инфильтрации и прогнозом пневмонии)
3. Пульсоксиметрия При $SpO_2 < 90\%$ - исследование газов артериальной крови с определением PaO_2 , $PaCO_2$, pH, бикарбонатов, лактата
4. Коагулограмма при ОДН
5. Специфическая лабораторная диагностика – выделение РНК 2019- nCoV методом ПЦР

Специфическая диагностика

Биологическим материалом для исследования являются:

- Мазки из носа, носоглотки и/или ротоглотки
- Промывные воды бронхов
- Мокрота - Биопсийный материал легких
- Цельная кровь, сыворотка
- Моча

Основной вид биоматериала, взятый для исследования – мазок из носо/ротоглотки

- Все образцы – потенциально инфекционные и при работе соблюдаются требования СП 1.3.3118-13 «Безопасность работы с микроорганизмами I-II гр.патогенности.»
- Транспортируются с соблюдением требований СП 1.2.03695 «Порядок учета, хранения, передачи и транспортировки микроорганизмов I-IV гр.патогенности.»
- Направляются в лаборатории Роспотребнадзора

Рентгенография

- Ограниченные возможности в выявлении интерстициальных изменений, особенно в ранние сроки заболевания
- Тем не менее, заподозрить признаки острой интерстициальной пневмонии – локальное и диффузное «матовое стекло»  рекомендовать КТ
- По характеру изменений попытается определить альвеолярный или бронхиолярный тип изменений – бронхиолит или альвеолит (разная тактика в лечении)
- Выявить присоединение РДС – белое легкое, ватное легкое, снежная буря
- Заподозрить присоединение ТЭЛА – КТ-ангиопульсионография
- Оценить исход заболевания – выздоровление, ИФА или констриктивный бронхиолит

Ведущие КТ-синдромы

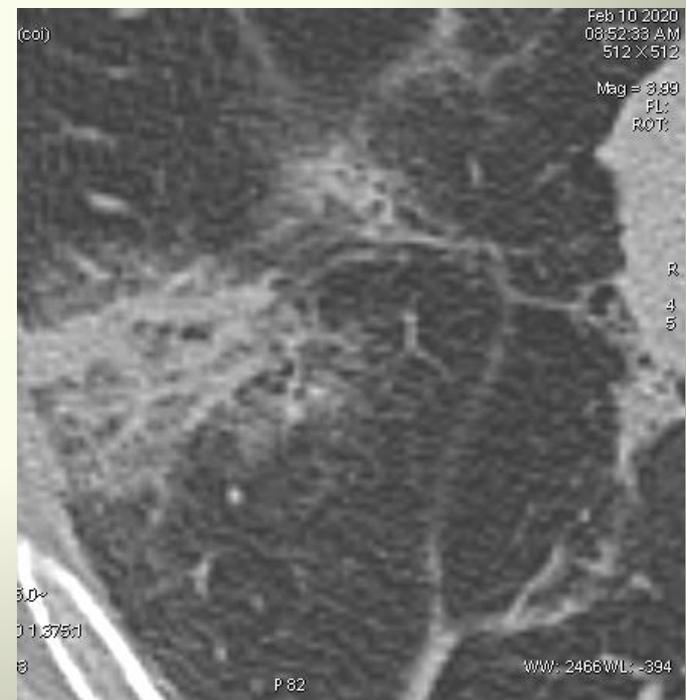
Единичные уплотнения по типу матового стекла
пятнистые, /очаговые уплотнения по типу матового стекла

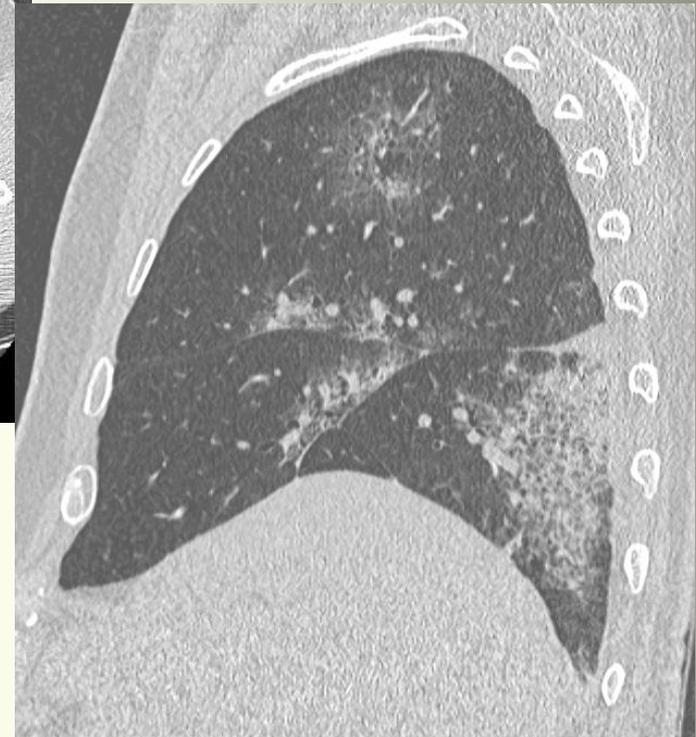


Участки консолидации
Субплевральные линейные уплотнения
Округлые уплотнения



- Синдром «матового стекла»
- Синдром «консолидации»

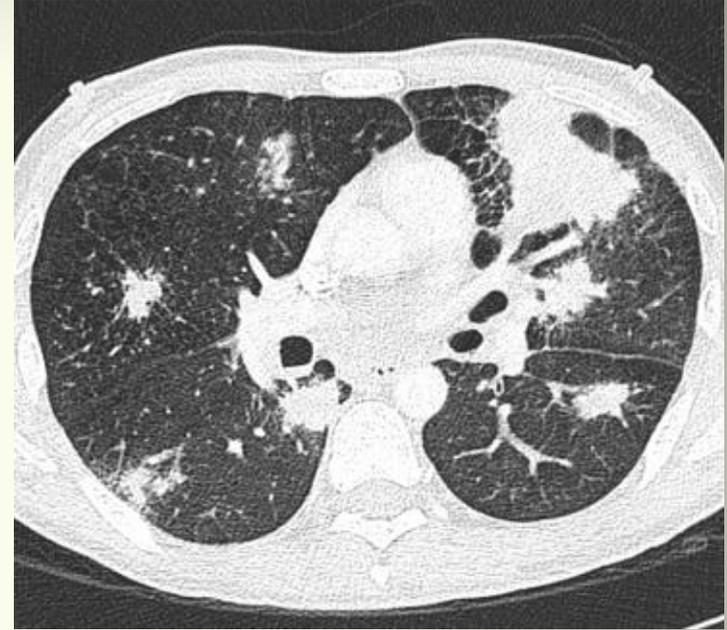




Прежде всего характерны ретикулярные инфильтраты по типу зон матового стекла в субплевральных областях обоих легких, преимущественно в нижних долях и обособленные, меньшие по размерам – в верхних. Инфильтраты меняющиеся со временем (в ту или иную сторону). Динамику КТ-картины целесообразно отслеживать через 4-5 дней.

Основные используемые КТ-паттерны, по различным литературным источникам
Зачастую имеют причудливые, непонятные широкому медицинскому сообществу, названия.

- «мускусная роза»
- «матовое стекло»
- «облако»
- «серый снег»
- «штукатурка»
- «крылья летучей мыши»
- «ножны»
- симптом «сосудистой конвергенции»
- симптом «белого легкого»
- симптом «булыжной мостовой»

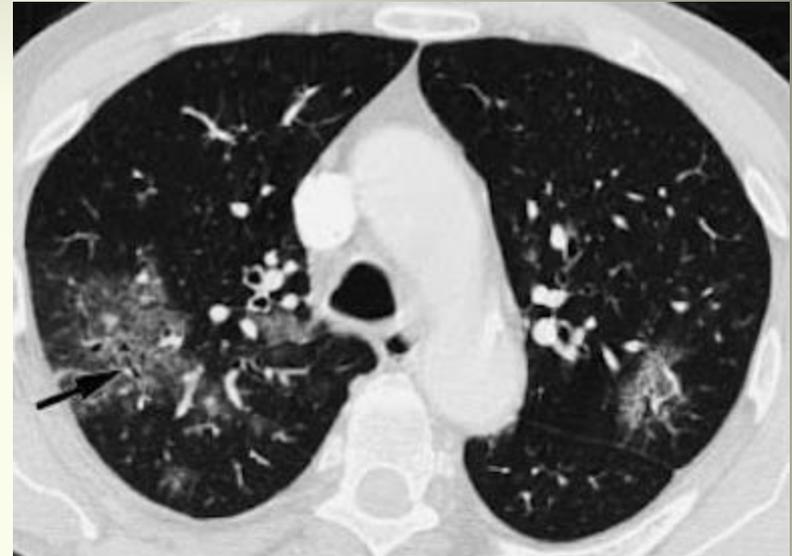
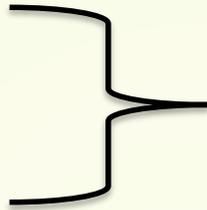


КТ ОГК - Саркома Капоши, тесно связана с проявлениями/изменениями в легких у пациентов с вирусными заболеваниями

Перибронховаскулярная консолидация -
Перибронховаскулярная консолидация - это форма консолидации, которая имеет тенденцию к формированию вдоль сосудистых структур

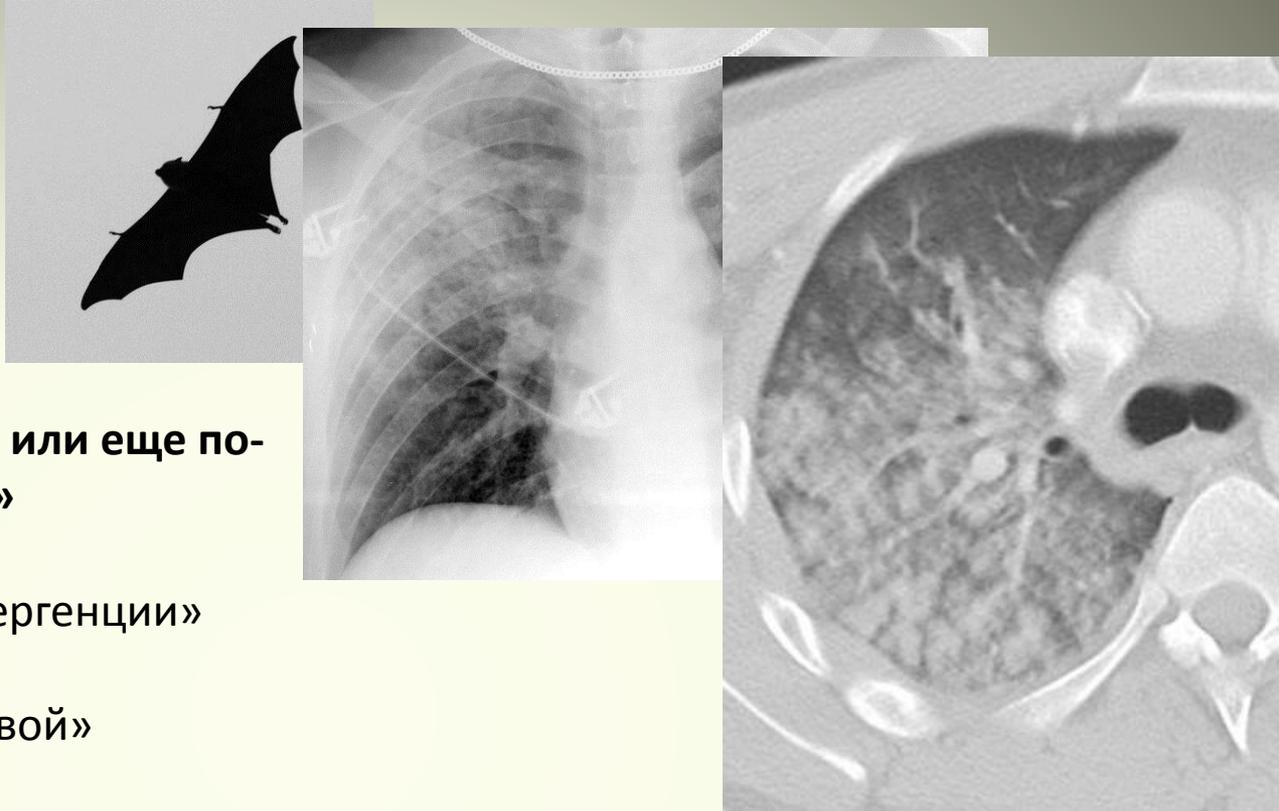
Используемые КТ-паттерны

- «мускусная роза»
- «**матовое стекло**»
- «облако»
- «серый снег»
- «штукатурка»
- «крылья летучей мыши»
- «ножны»
- симптом «сосудистой конвергенции»
- Симптом «белого легкого»
- Симптом «булыжной мостовой»



Умеренное суммарное регионарное понижение воздушности легочной ткани
На КТ, плотности по типу «матового стекла» определяются как нежные альвеолярные плотности, на фоне которых сохраняется визуализация элементов легочного рисунка

Используемые КТ-паттерны



- «мускусная роза»
- «матовое стекло»
- «облако»
- «серый снег»
- «штукатурка»
- **«крылья летучей мыши» - или еще по-другому «крылья бабочки»**
- «ножны»
- симптом «сосудистой конвергенции»
- симптом «белого легкого»
- симптом «булыжной мостовой»

Расширение корней легких с нечеткими контурами в виде крыльев бабочки или летучей мыши вследствие интерстициального отека и реакции периваскулярного, преибронхиального интерстиция.

Причины:

Отек легких (кардиогенный).

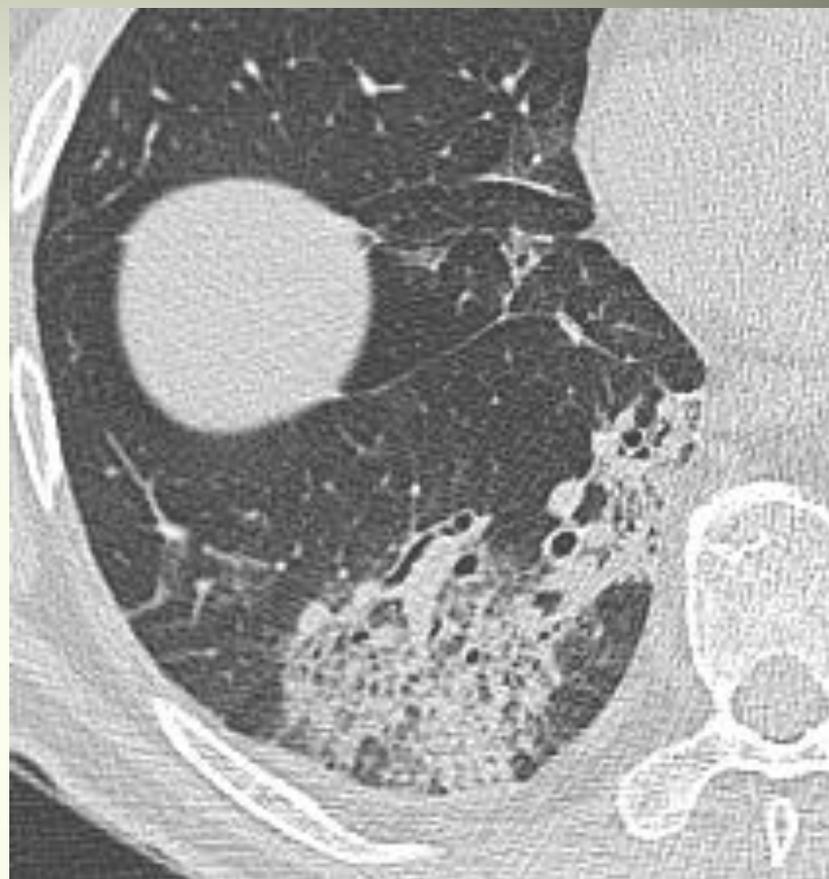
Атипичные, пневмоцистные, вирусная пневмония

Лимфома

Легочный альвеолярный протеиноз

Используемые КТ-паттерны

- «мускусная роза»
- «матовое стекло»
- «облако»
- «серый снег»
- «штукатурка»
- «крылья летучей мыши» - или еще по-другому «крылья бабочки»
- **«НОЖНЫ»**
- симптом «сосудистой конвергенции»
- симптом «белого легкого»
- симптом «булыжной мостовой»



Возможно, точного определения не найдено!!!

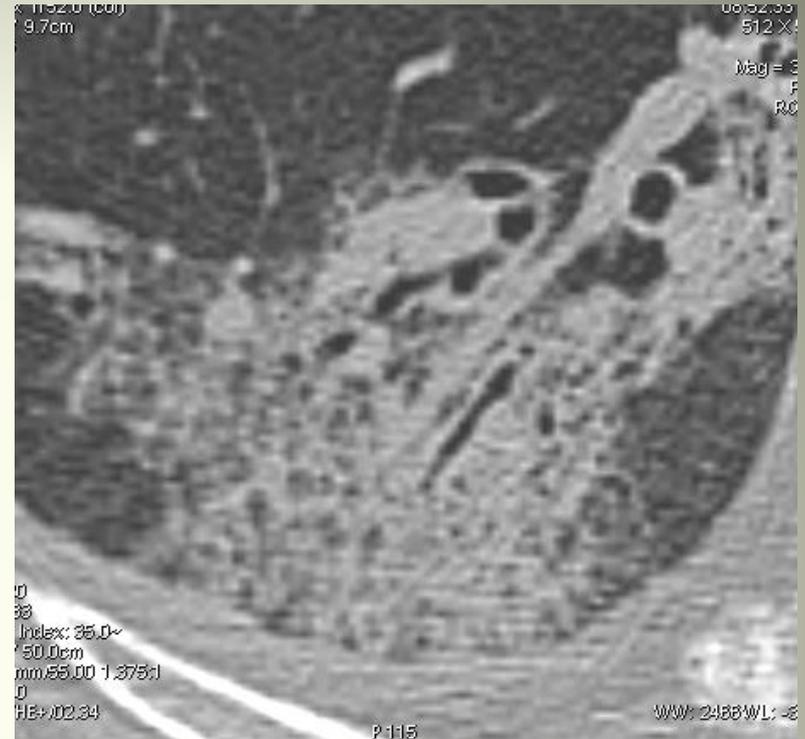
Утолщение аксиального интерстиция (перибронховаскулярные тяжи):

встречается при многих заболеваниях, например лимфангическом карциноматозе, легочном фиброзе, саркоидозе. Определяется утолщение стенок бронхов и расширением легочных сосудов. Утолщение может быть правильной формы или иррегулярным.

Источник: <https://radiographia.info/article/utolshchenie-legochnogo-intersticiya-lineynyy-patern>

Используемые КТ-паттерны

- «мускусная роза»
- «матовое стекло»
- «облако»
- «серый снег»
- «штукатурка»
- «крылья летучей мыши» - или еще по-другому «крылья бабочки»
- «ножны»
- **симптом «сосудистой конвергенции»**
- симптом «белого легкого»
- симптом «булыжной мостовой»

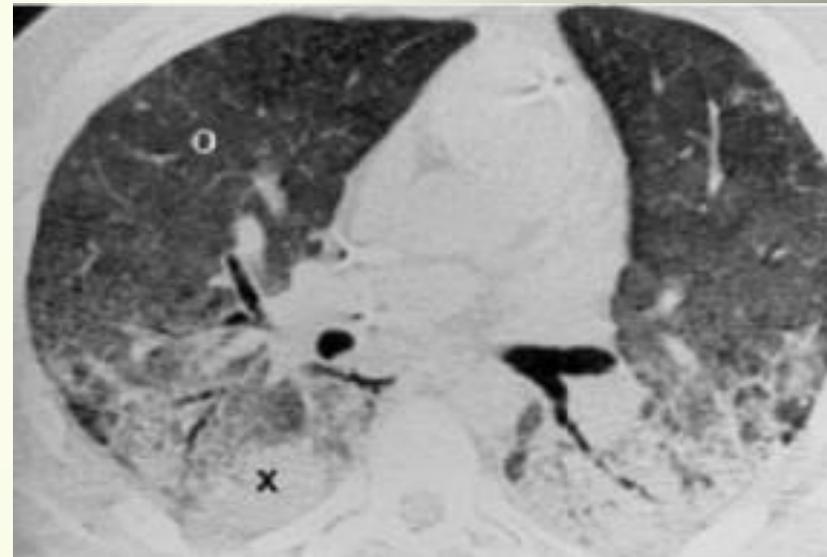


Конвергенция (от лат. convergo «сближаю») — процесс сближения, схождения; противоположна дивергенции. Термин употребителен в различных естественных и гуманитарных науках:

Вероятно симптом сближения сосудистых структур при уменьшении в объеме части легкого

Используемые КТ-паттерны

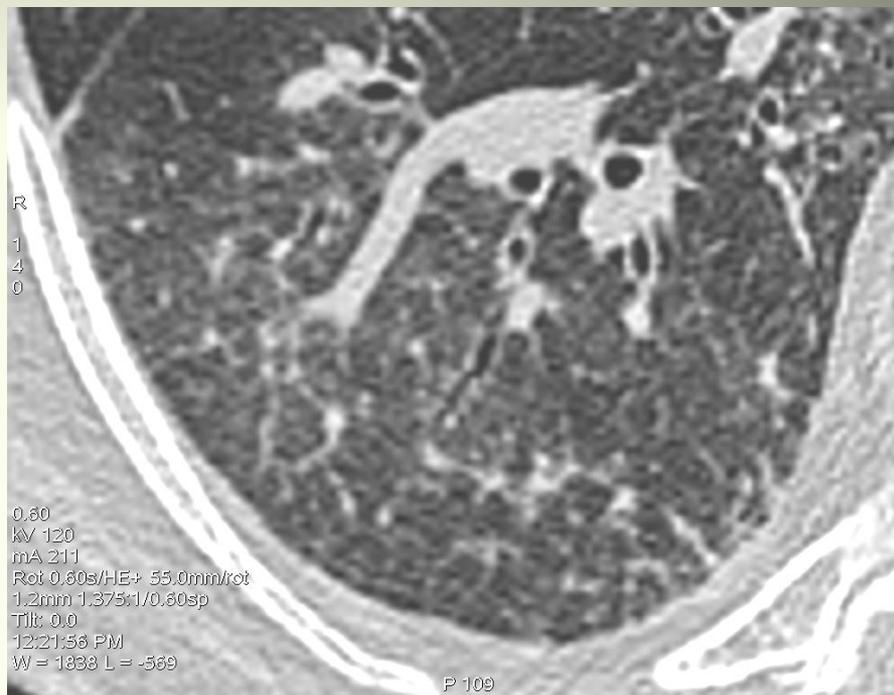
- «мускусная роза»
- «матовое стекло»
- «облако»
- «серый снег»
- «штукатурка»
- «крылья летучей мыши» - или еще по-другому «крылья бабочки»
- «ножны»
- симптом «сосудистой конвергенции»
- **симптом «белого легкого»**
- симптом «булыжной мостовой»



«Белое легкое» – интерстициальный отек при РДС 2-го типа

Используемые КТ-паттерны

- «мускусная роза»
- «матовое стекло»
- «облако»
- «серый снег»
- «штукатурка»
- «крылья летучей мыши»
- «ножны»
- симптом «сосудистой конвергенции»
- симптом «белого легкого»
- **симптом «булыжной мостовой»**



Булыжная мостовая (анг. **Crazy paving**) - сочетание матового стекла с утолщенными междольковыми перегородками при КТ легких, которое напоминает разнокалиберные куски брусчатки в мостовой. Данные участки резко отграничены от нормальной легочной ткани и могут иметь вид географической схемы.

Источник: <https://radiographia.info/article/bulyzhnaya-mostovaya>

Признак обратного гало, так же встречающийся в зарубежной литературе под названием **признак атолла**,

представляет зону матового стекла, окружённую по периферии плотной консолидацией серповидной или кольцевидной формы толщиной от 2 мм.

Является противоположным к более известному признаку гало, встречающемуся при инвазивных грибковых инфекциях.



Количественная оценка степени тяжести пневмонии COVID-19 по КТ

- 5 долей легких. Каждая в отдельности характеризуется в процентах по поражению. Отсутствие изменений - 0%, минимальные 1-25%, легкие – 26-50%, умеренные 51-75%, тяжелые 76-100%, соответственно – отсутствие изменений 0 баллов, минимальные изменения – 1 бал, легкие изменения - 2 балла, затем - 3 балла, тяжелое поражение – 4 балла. Общий бал для пяти долей от 0 до 20.

Michael Chung, Adam Bernchtim, Xueyan Mei et al, 2020

- Каждое легкое разделено на три зоны – верхнюю, над кариной, среднюю – до нижней легочной вены и нижнюю – ниже нижней легочной вены. Вовлечение каждой зоны в баллах: 0 баллов – 0%, 1 балл – менее 25%, 2 балла – от 26 до 50%, 3 балла – от 51 до 75%, 4 балла – от 76% до 100%. 6 зон с максимальным баллом в каждой зоне до 4. Максимальная степень поражения – 24 балла

Xingzhi Xiel, Zheng Zhong, Wei Zhao, 2020

- Один пораженный сегмент легкого оценивается в 1 бал + 1 балл при наличии плеврального или перикардального выпота

Nannan Shi et al, 2020

КТ-индекс поражения сосудистого русла при ТЭЛА

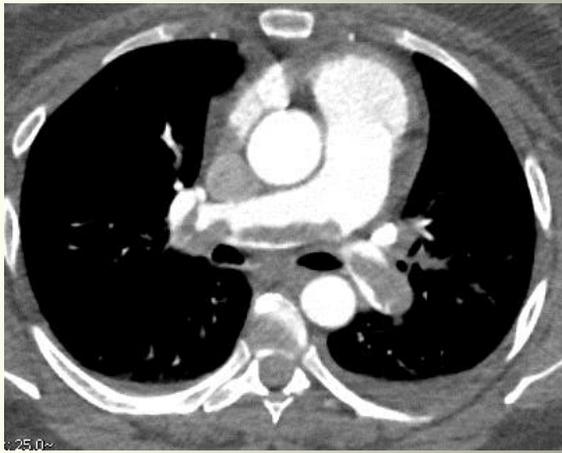
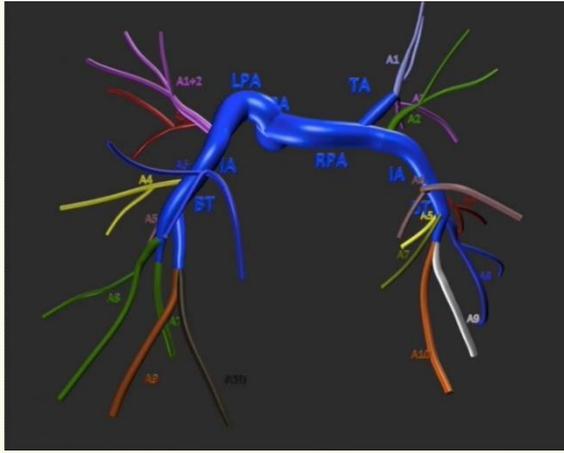
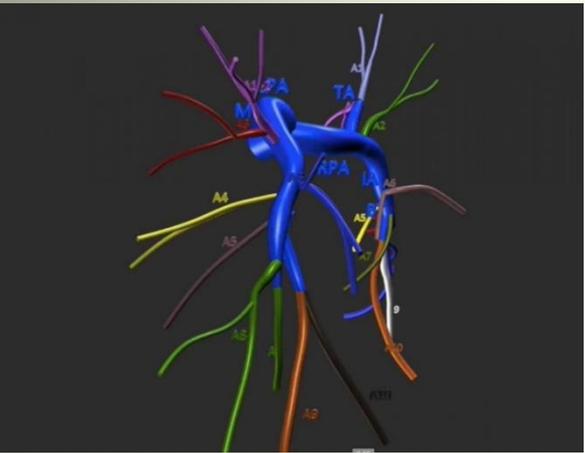
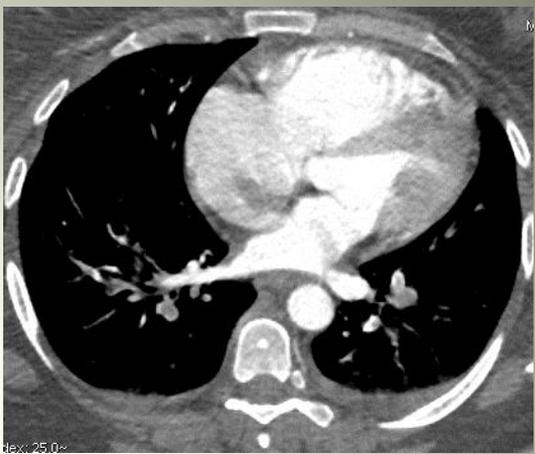
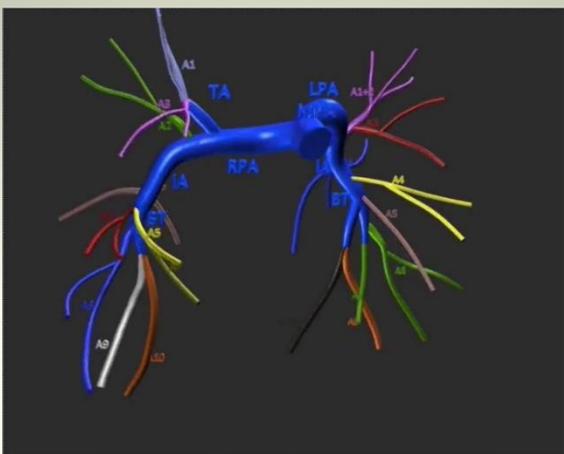
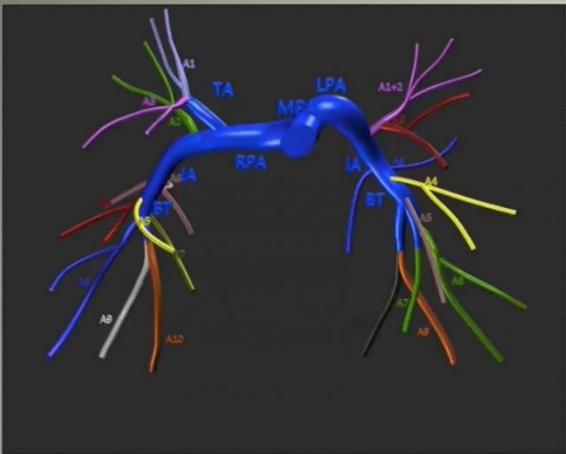
Артериальное дерево легких с каждой стороны состоит из 10 сегментарных артерий (по три в верхних долях, по две в средней доле и язычковых сегментах, по пять в нижних долях).

Пораженной сегментарной артерии присваивается индекс, равный единице; если эмбол расположен более проксимально (например, в правой интерлобарной артерии), то подсчитывается число исключенных из кровотока сегментарных артерий: эмболия интерлобарной артерии справа способствует уменьшению или исключению из кровотока 2 артерий средней доли и 5 артерий нижней доли, т.о. в процесс вовлечены 7 артерий. При этом в 5 артериях нижней доли справа эмболы полностью перекрывают кровоток, а в 2-х среднедолевых- частично, присваиваем коэффициенты частичной и полной окклюзии- 1 и 2 соответственно.

Суммируем: $(2*1)+(2*1)+(2*1)+(2*1)+(2*1)+(1*1)+(1*1) = 12$.

Максимальный КТ-индекс равняется 40. Составляем пропорцию:
 $(12/40)*100=30\%$ объем поражения сосудистого русла.

Источник: <https://radiographia.info/article/kt-indeks-porazheniya-sosudistogo-rusla-pri-tela>



КТ паттерн	Распределение	Основные признаки	Дополнительные признаки ±
Типичный (определенный) COVID-19	двухстороннее, преимущественно нижнедолевое, периферическое, периваскулярное	многочисленные уплотнения по типу матового стекла различной формы и протяженности	ретикулярные изменения (“crazy- raving” sign), участки консолидации, перилобулярные уплотнения, воздушная бронхограмма
Вероятный (возможный) COVID-19	преимущественно е поражение нижних долей, перибронхиально е, периферическое/ центральное	уплотнения легочной ткани по типу матового стекла и консолидации	ретикулярные изменения (“crazy- raving” sign), перилобулярные уплотнения, обратное «halo»

КТ паттерн

Признаки

Неопределенный
(сомнительный)
COVID-19

Аналогичные КТ признаки: матовое стекло, консолидация, ретикулярные изменения, двухстороннее, преимущественно нижнедолевая/базальная локализация.
НО,
Клиническая картина не соответствует ОРВИ/COVID!

Не характерные
признаки
(non-COVID-19)

Лобарный инфильтрат
Кавитация
Очаговая диссеминация
симптом «дерево в почках»

±плевральный выпот,
лимфаденопатия,
пневмосклероз/пневмофиброз



КТ признаки и тяжесть заболевания при COVID-19

КТ признаки	Тяжесть заболевания
Не более 3-х очагов уплотнения по типу матового стекла < 3 см по максимальному диаметру	Легкая
Более 3-х очагов уплотнения по типу матового стекла < 3 см по максимальному диаметру	Средняя/тяжелая
Уплотнения легочной ткани по типу матового стекла в сочетании с очагами консолидации	Средняя/тяжелая
Диффузное уплотнение легочной ткани по типу матового стекла и консолидации в сочетании с ретикулярными изменениями	Тяжелая

Стадии процесса

Доминирующие КТ признаки

Ранняя стадия (0-4 дня)

Симптом матового стекла, локальные ретикулярные изменения на фоне матового стекла (“crazy-paving” sign), ограниченное число пораженных сегментов (преимущественно нижние доли)

Стадия прогрессирования (5-8 дней)

Увеличение распространенности вышеописанных симптомов, появление очагов консолидации

Пиковая стадия (10-13 дней)

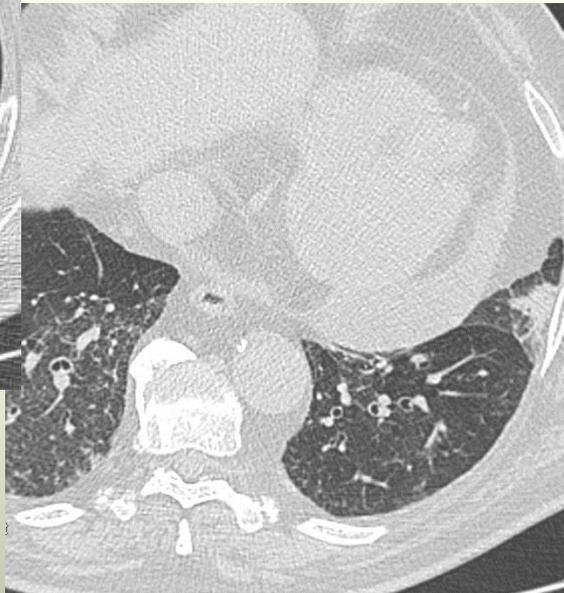
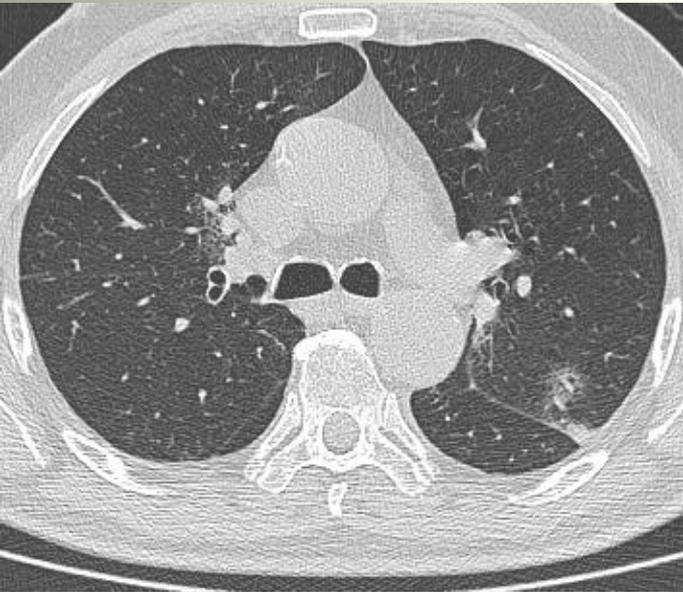
Симптом консолидации, перилобулярные уплотнения, плевральный выпот (редко)

Стадия разрешения (более 14 дней)

Частичное или полное разрешение (рассасывание)

Лучевые паттерны коронавирусной инфекции COVID-19

- Единичные уплотнения по типу зон матового стекла
- Пятнистые/очаговые уплотнения по типу зон матового стекла
- Участки консолидации легочной ткани
- Субплевральные линейные полосовидные уплотнения
- Округлые уплотнения



Лучевые паттерны коронавирусной инфекции COVID-19 при динамическом наблюдении

- Сохраняются уплотнения по типу зон матового стекла, появляются множественные участки консолидации
- Увеличивается объем линейных уплотнений
- Увеличивается протяженность инфильтратов альвеолярного характера
- Снижение плотности инфильтратов, нарастание их протяженности, симптом тающего сахара



Стандартизированный протокол описания КТ ОГК (COVID-19)

Описание типичной/возможной COVID-19 инфекции:

1. Фоновые изменения легочной ткани: эмфизема, фиброз.
2. Основные КТ признаки: уплотнения легочной ткани по типу матового стекла/ретикулярные изменения на фоне матового стекла/периферические участки консолидации/перилобулярные уплотнения.
3. Локализация изменений: двухсторонние, с преимущественным поражением нижних долей.
4. Распределение изменений: преимущественно периферическое/периваскулярное.
5. Другие признаки: напр. кальцинаты, кисты.

Заключение:

1. Нет изменений (необходима корреляция с клиническими, лабораторными данными, КТ в динамике).
2. КТ признаки типичной/возможной COVID-19 инфекции. КТ тяжесть: легкая, средняя/тяжелая, тяжелая).
3. КТ признаки сомнительной COVID-19 инфекции (необходима корреляция с клиническими, лабораторными данными).
4. КТ признаки не соответствуют COVID-19 инфекции. Другое заболевание....или дифференциальный ряд.

В заключении еще раз хотим напомнить ключевые моменты:

- 1 Пневмония это клинико-рентгенологический диагноз.
- 2 Перипроцесс по ходу бронхососудистых структур, описываемый рентгенологами, не является проявлением бронхопневмонии, а всего лишь свидетельствует о реакции перибронховаскулярного интерстиция.
- 3 Фокус инфильтрации всегда формируется на уровне вторичной легочной долики
- 4 Все типы инфильтрации могут присутствовать у одного и того же пациента, соответствуя стадиям воспалительного процесса
- 5 Коронавирусные пневмонии, как и многие другие атипичные пневмонии не имеют характерных, присущих только им, рентгенологических признаков, но определенный набор интерстициальных изменений, выявляемых уже в первые сутки от начала заболевания на КТ + положительный эпид. анамнез и характерные клинические проявления позволяют заподозрить этот диагноз
- 6 КТ обладает высокой чувствительностью к выявлению интерстициального типа инфильтрации, уже в первые сутки от начала заболевания

Спасибо за внимание!