



Лучевая диагностика хронической обструктивной болезни легких

профессор А.А. Сперанская

Первый Санкт-Петербургский
государственный медицинский университет
имени академика И.П. Павлова

Кафедра рентгенологии и радиационной
медицины

18.05.2021 г.

- Обструктивные нарушения дыхания — нарушение вентиляционной способности легких, в основе которых лежит повышение сопротивления движения воздуха по дыхательным путям, т.е. нарушение бронхиальной проходимости.
- Они могут быть обусловлены: спазмом бронхиол, отечно-воспалительными изменениями бронхиального дерева, гиперсекрецией со скоплением в просвете бронхов патологического содержимого, коллапсом мелких бронхов при утрате легкими эластических свойств, эмфиземой легких, трахеобронхиальной дискинезией.

Справочник по пульмонологии под редакцией Н.В. Путова, Г.Б. Федосеева, А.Г. Хоменко М. 1987 г.

Процессы, сопровождающиеся синдромом бронхиальной обструкции

- Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ)
- Бронхиальная астма
- Констриктивный (облитерирующий) бронхиолит
- Васкулиты (синдром Чарджа-Штросс, недифференцированный васкулит, гранулематоз с полиангиитом)
- Эндобронхиальные токсико-аллергические воздействия — ЭАА, ТАА, плевропаренхимальный фиброэластоз
- Врожденные изменения (генетические — муковисцидоз, дефицит альфа-1 антитрипсина, аномалии развития — атрезия бронха, лобарная эмфизема, внутрилегочная секвестрация, сложные пороки развития)
- Последствия перенесенной бронхолегочной дисплазии
- Инородные тела бронхов
- Аллергический бронхолегочный аспергиллез (АБЛА)
- Редкие ИЗЛ (ЛАМ, ГХ)

Методы диагностики используемые для выявления бронхиальной обструкции

- **Спирометрия, комплексное исследование функции внешнего дыхания (КИФВД)** — снижение ОФВ₁, снижение индекса Тиффно (ОФВ₁/ФЖЕЛ), повышение ООЛ
- **Рентгенография, флюорография** — дополнительный метод
- **Рентгеновская компьютерная томография (ВРКТ, функциональная КТ с исследованием «на выдохе», МСКТ-ангиография)** — дополнительный метод диагностики, основной метод выявления осложнений и коморбидности
- **Сцинтиграфия, ОФЭКТ (оценка перфузии)** — дополнительный метод диагностики (степень нарушения кровотока)

ХОБЛ

Факторы риска

- Курение
- Контакт с открытым огнем
- Работа на вредном производстве
- Контакт с поллютантами

Симптомы

- Экспираторная одышка
- Продуктивный кашель (утром, с мокротой — светлая, зеленая, кровохарканье)

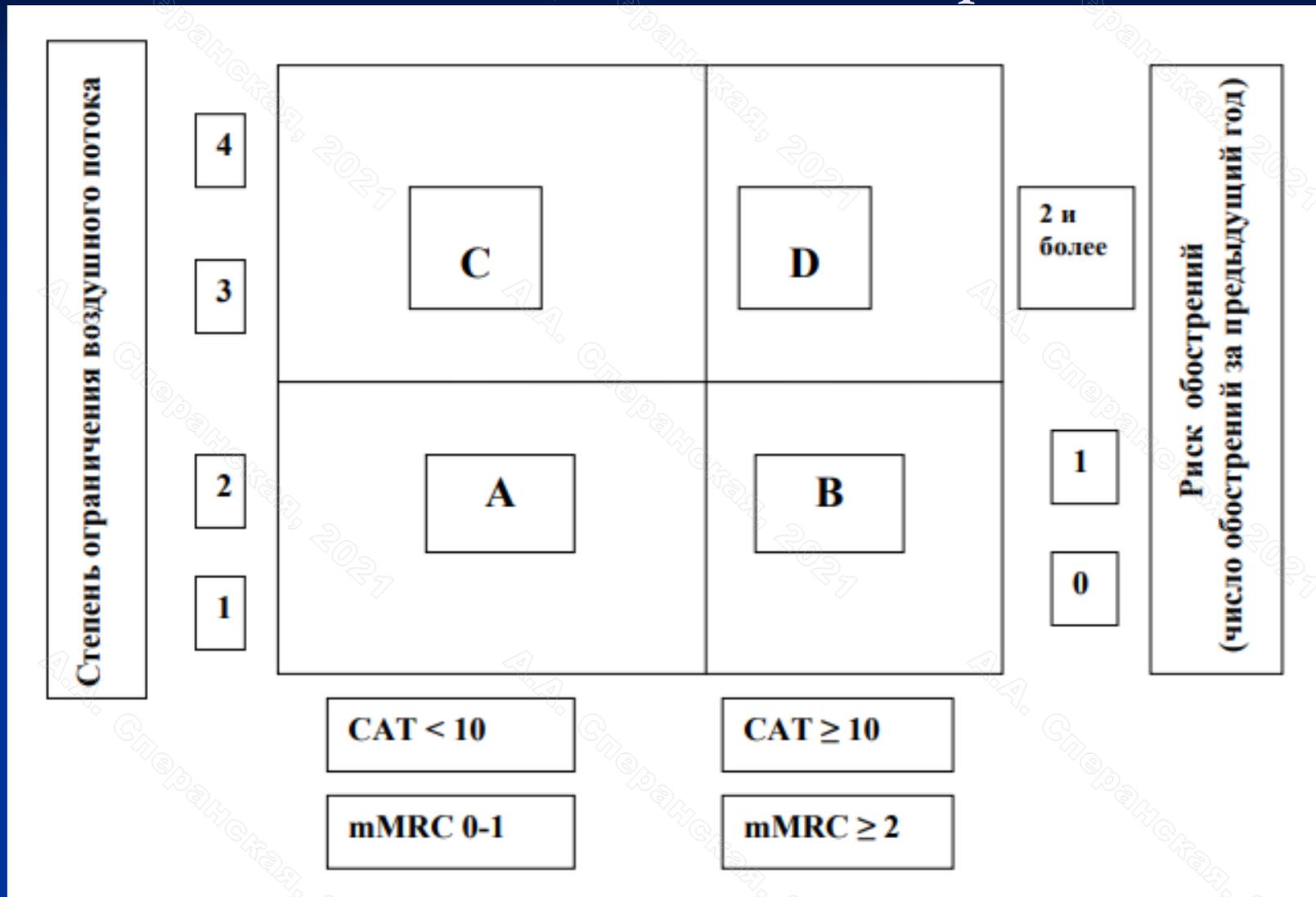
Спирометрия (ОФВ1/ФЖЕЛ < 0,7)

- ХОБЛ характеризуется персистирующим ограничением скорости воздушного потока, которое обычно прогрессирует и связано с выраженным хроническим воспалительным ответом легких на действие патогенных частиц или газов (Global initiative for chronic Obstructive Lung Disease (GOLD))

А.Г. Чучалин, С.Н. Авдеев, З.Р. Айсанов, и др. Российское респираторное общество Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению хронической обструктивной болезни легких, 2014 г.

Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Revised 2020 // www.GOLDcopd.com. (<http://www.GOLDcopd.com>)

Классификация GOLD (2020): выраженность симптомов, частота обострений



2 теста-опросника: CAT-тест и шкала одышки mMRC

Классификация степени тяжести ограничения скорости воздушного потока при ХОБЛ GOLD (2020)

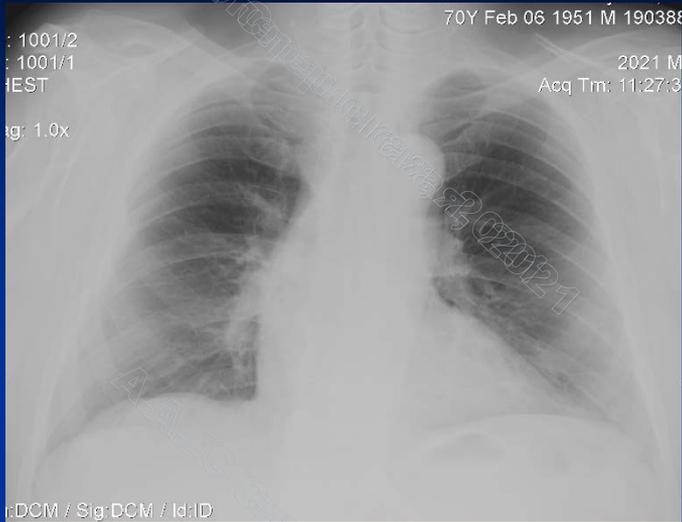
У пациентов с ОФВ1/ФЖЕЛ < 0,70:

- GOLD 1: Легкая ОФВ1 $\geq 80\%$ от должного
- GOLD 2: Средней тяжести $50\% \leq \text{ОФВ1} < 80\%$ от должного
- GOLD 3: Тяжелая $30\% \leq \text{ОФВ1} < 50\%$ от должного
- GOLD 4: Крайне тяжелая ОФВ1 $< 30\%$ от должного

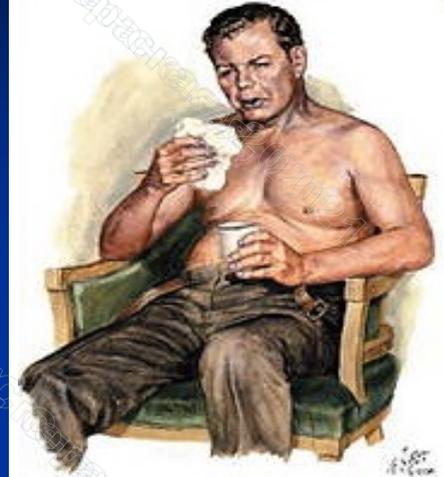
Рентгенологические признаки ХОБЛ

- «Бочкообразная» форма грудной клетки, увеличение размеров ретростернального и ретрокардиального пространств
- Уплотнение и низкое стояние диафрагмы (вплоть до ее прогиба)
- «Каплевидная» тень сердца. Признаки «легочного сердца» — расширение правых отделов, ствола и крупных ветвей легочной артерии — плохо выявляются из-за конфигурации сердечной тени
- Повышение воздушности легочной ткани (равномерное повышение прозрачности легочных полей, обеднение легочного рисунка — вздутие, локальное — эмфизема). В местах локализации больших булл отсутствует легочный рисунок.
- Уплотнение стенок бронхов — симптом «рельсов»
- Неструктурность корней (из-за проявлений деформирующего бронхита)

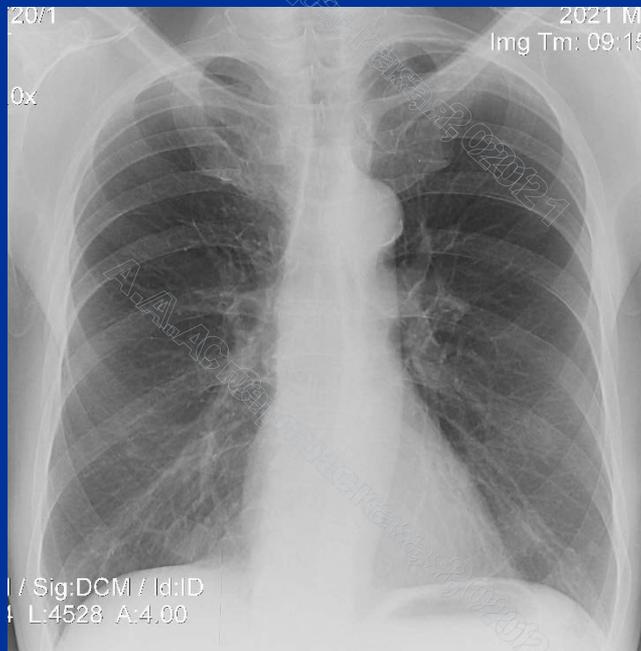
Рентгенологические признаки ХОБЛ



Бронхитический тип



«Синюшные отечники»



Эмфизематозный тип



«Розовые пыхельщики»

Показания для проведения КТ при ХОБЛ

- Выявление бронхиальной обструкции (КТ-исследование «на выдохе»)
- Оценка типов и распространенности эмфиземы (программа «маски плотности»)
- Признаки поражения крупных бронхов
- Присоединение другой патологии (воспалительные, опухолевые, сосудистые процессы)
- Дифференциальная диагностика с кистозными процессами в легких

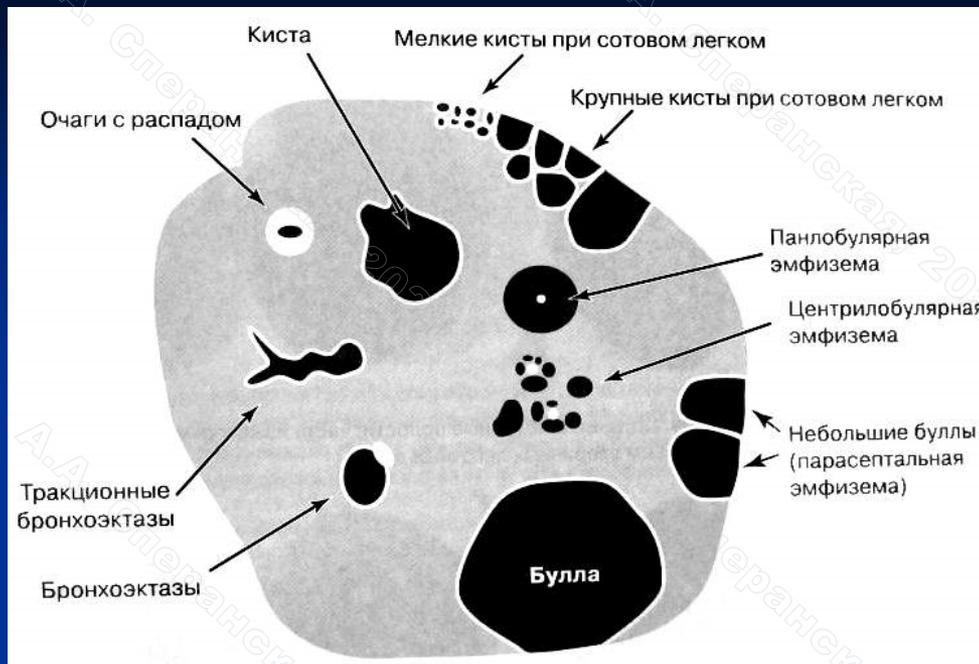
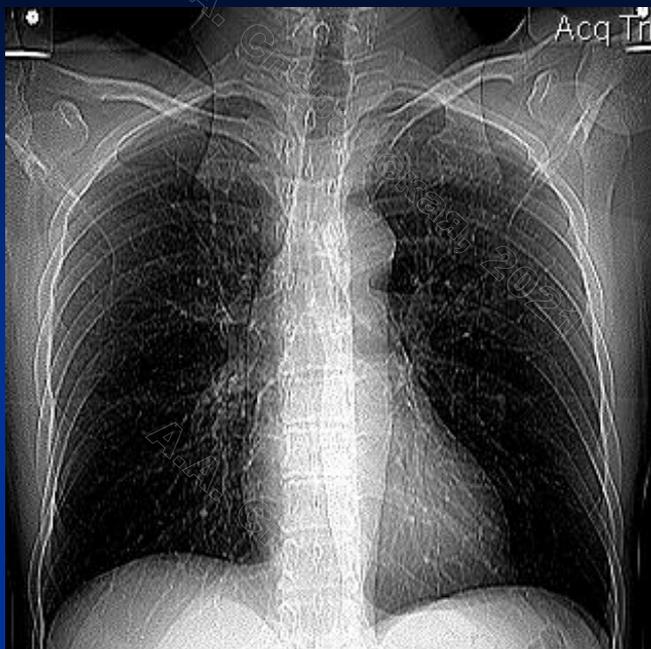
Методики проведения КТ-исследования грудной клетки при ХОБЛ

- Спиральное сканирование
- Зона исследования от вершечек легких до диафрагмы
- Направление сканирования каудокраниальное
- Высокоразрешающая КТ (**ОБЯЗАТЕЛЬНО!**)
- Функциональная ВРКТ (исследование на вдохе и на выдохе)
- КТ-ангиография (признаки легочной гипертензии, присоединение ТЭЛА)

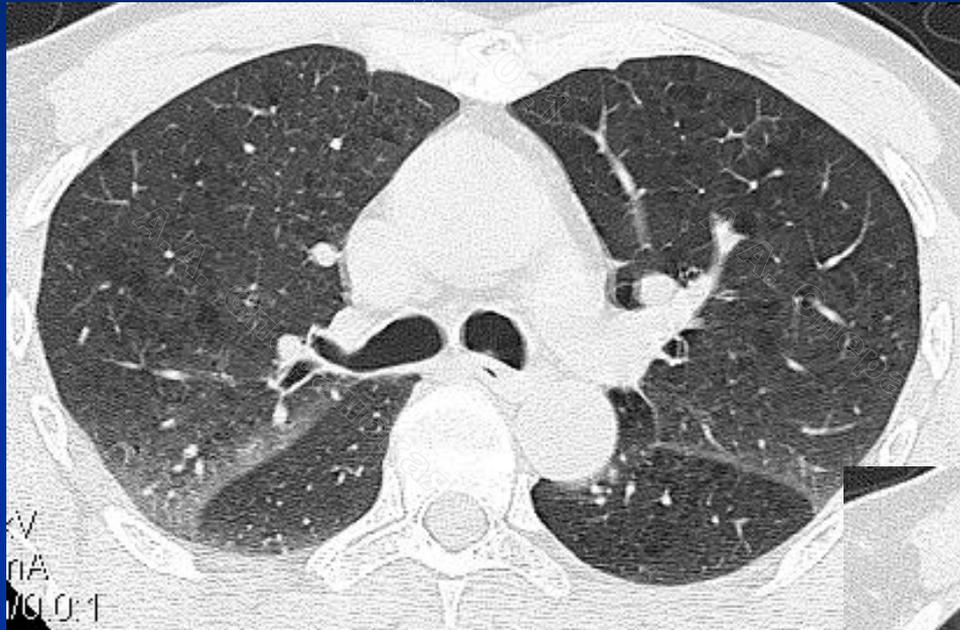
КТ-диагностика ХОБЛ

- **Проявления бронхиальной обструкции** — неравномерность вентиляции легочной ткани, наличие «воздушных ловушек» при проведении функционального КТ-исследования «на выдохе»
- **Эмфизема** — центриацинарная, панлобулярная и буллезная
- **Снижение плотностных показателей легочной ткани:** ниже -930 HU (вздутие), ниже -950 HU (эмфизема) — «маски плотности»
- **Проявления деформирующего бронхита** — саблевидная деформация трахеи, неравномерное утолщение стенок, дивертикулы крупных бронхов, «вязкая» мокрота в просвете крупных бронхов
- **Бронхоэктазы (редко)**

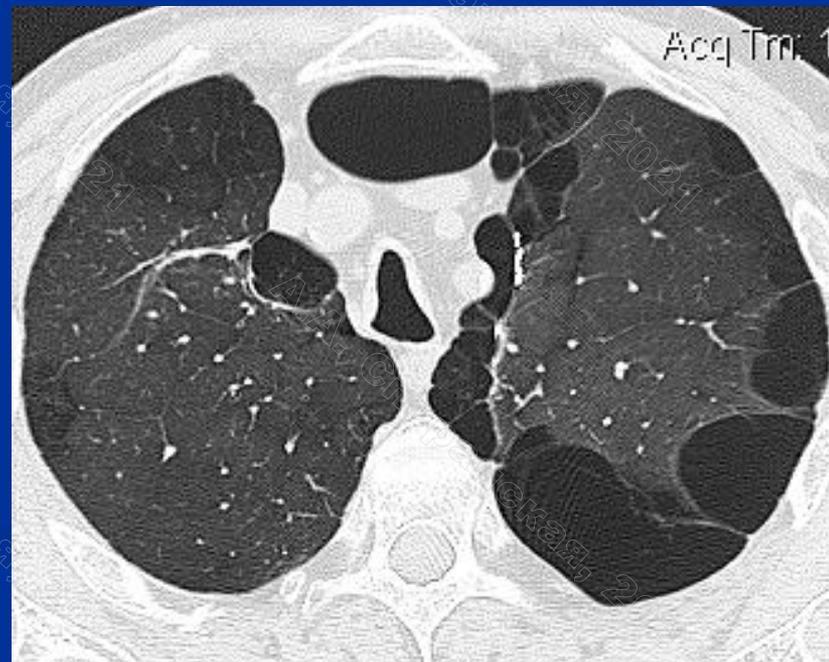
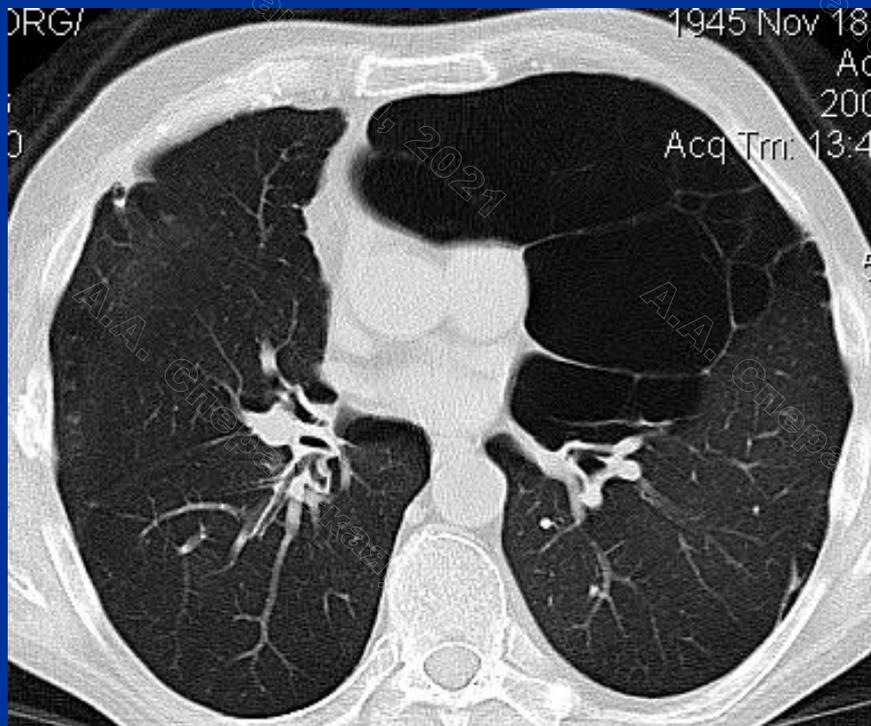
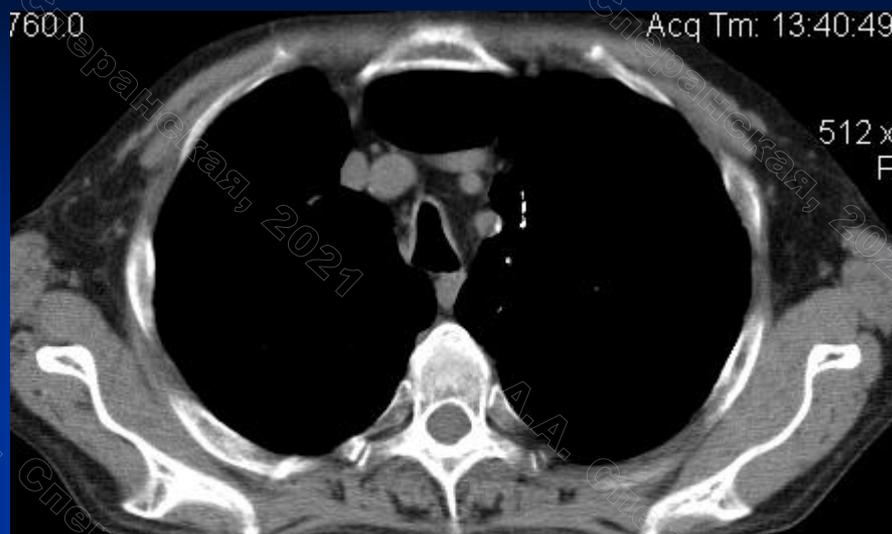
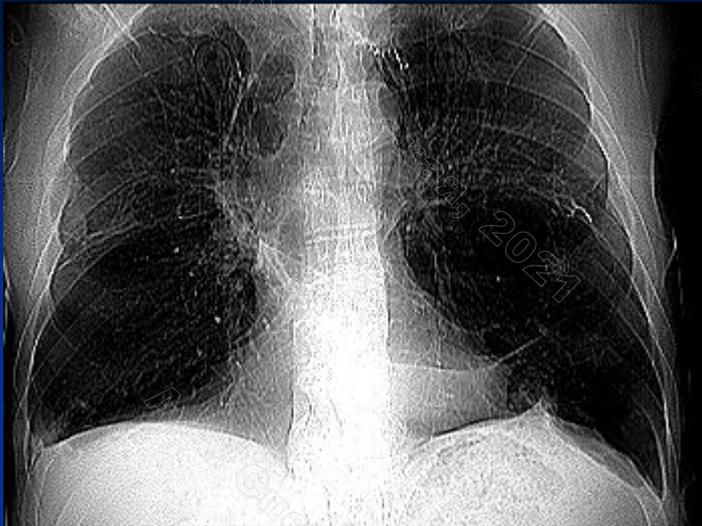
ХОБЛ, стаж курения 40 п/л



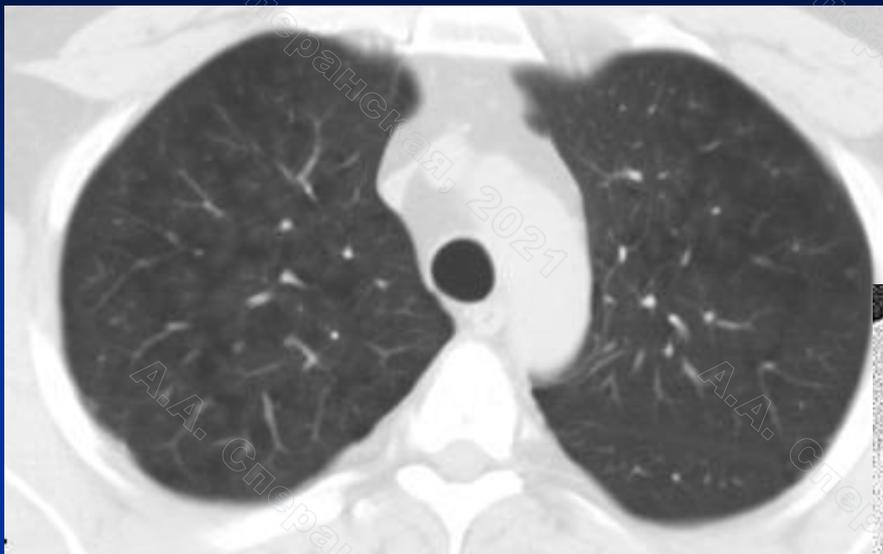
ХОБЛ, стаж курения 40 п/л (исследование на выдохе)



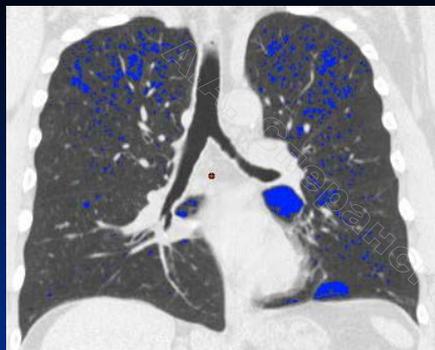
ХОБЛ, стаж курения 45 п/л



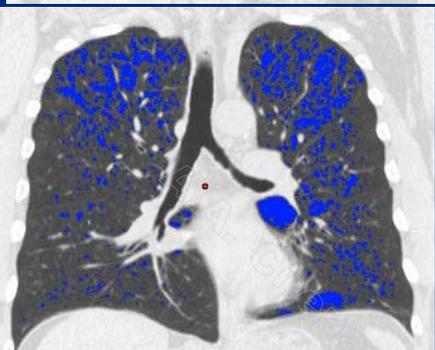
ХОБЛ, стаж курения 33 п/л, баротравма



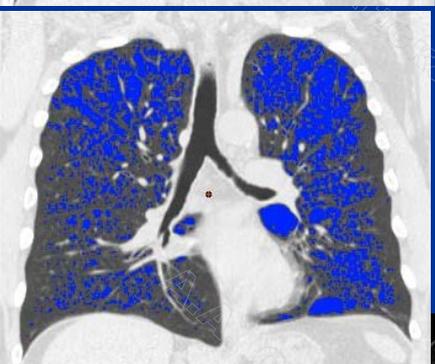
Больной Ш., 54 г. ХОБЛ, стаж курения 37 п/л



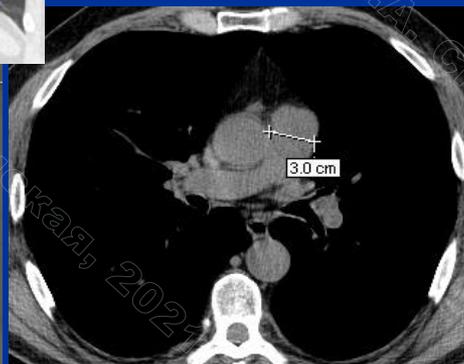
Range Name	Range values	Right Lung	Left Lung	Total Lung Volume
		Right Lung	Left Lung	Combined Lungs
-950 HU	[-1024 / -950]	4.1561 %	11.2573 %	7.3192 % / 0.5687 L
> -950 HU	[-950 / 3071]	95.8439 %	88.7427 %	92.6808 % / 7.2016 L
Total		4.3092 L	3.4612 L	7.7704 L



Range Name	Range values	Right Lung	Left Lung	Total Lung Volume
		Right Lung	Left Lung	Combined Lungs
-930 HU	[-1024 / -930]	12.0106 %	26.435 %	18.4358 % / 1.4325 L
> -930 HU	[-930 / 3071]	87.9894 %	73.565 %	81.5642 % / 6.3378 L
Total		4.3092 L	3.4612 L	7.7704 L



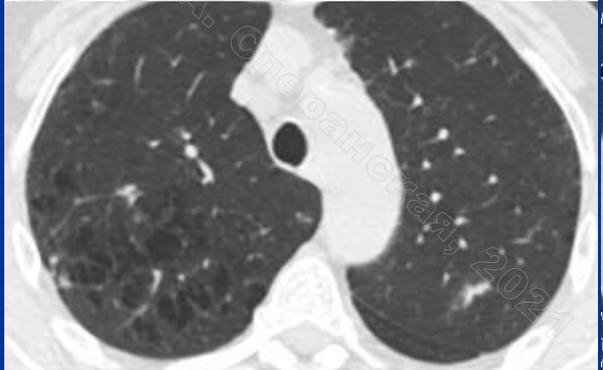
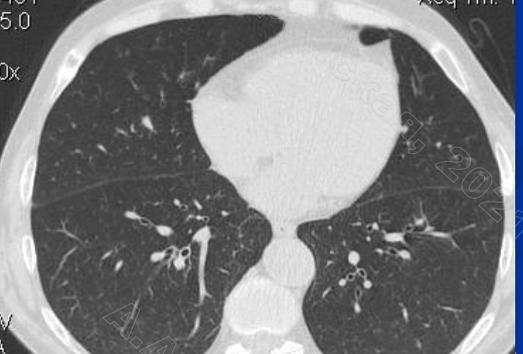
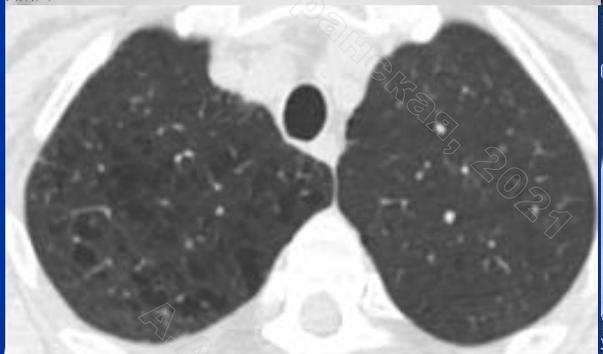
Range Name	Range values	Right Lung	Left Lung	Total Lung Volume
		Right Lung	Left Lung	Combined Lungs
-910 HU	[-1024 / -910]	26.62 %	44.5859 %	34.6227 % / 2.6903 L
> -910 HU	[-910 / 3071]	73.38 %	55.4141 %	65.3773 % / 5.0801 L
Total		4.3092 L	3.4612 L	7.7704 L



КТ-признаки обострения ХОБЛ

- Утолщение стенок сегментарных и более мелких бронхов (КТ-симптом «рельсов»)
- КТ-картина «дерева в почках» — проявления экссудативного бронхиолита — частичное заполнение мелких бронхов и терминальных бронхиол мокротой
- Перибронхиальная инфильтрация интерстициального характера
- «Вязкая» мокрота в крупных бронхах
- Дисковидные ателектазы
- Реактивная лимфаденопатия

Больной К., 65 л. ХОБЛ, 35 п/л, обострение

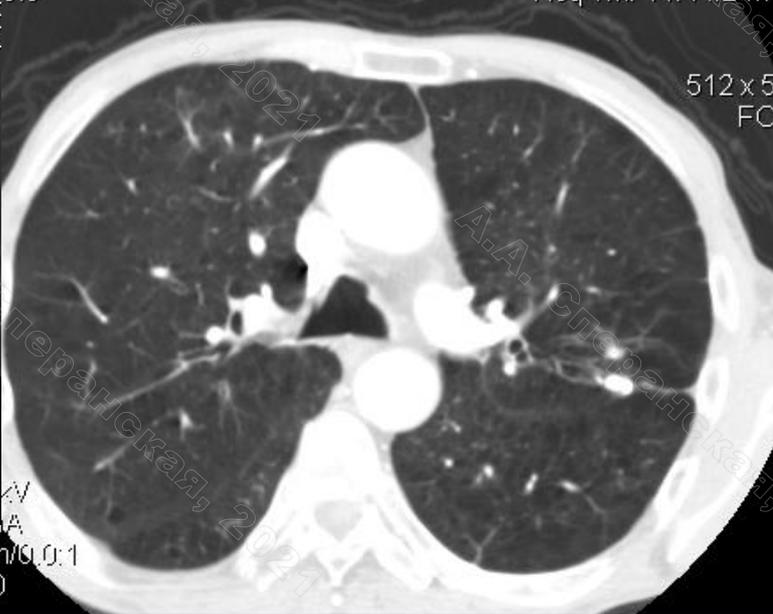
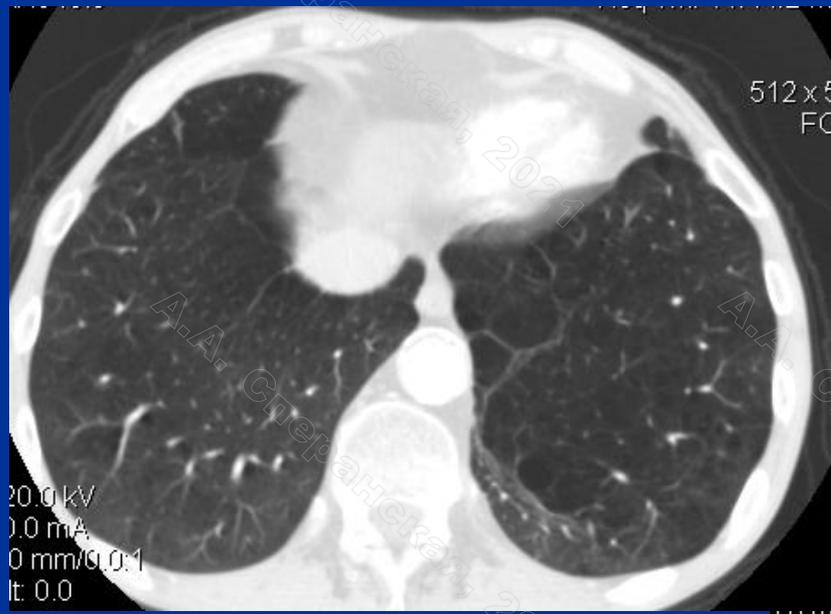
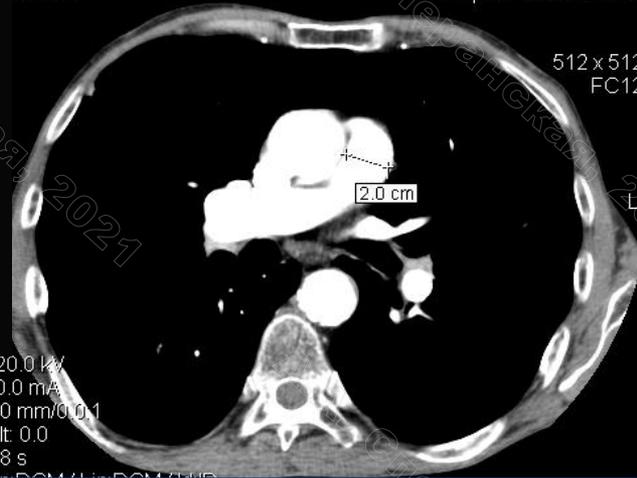


19.02.2020 г.

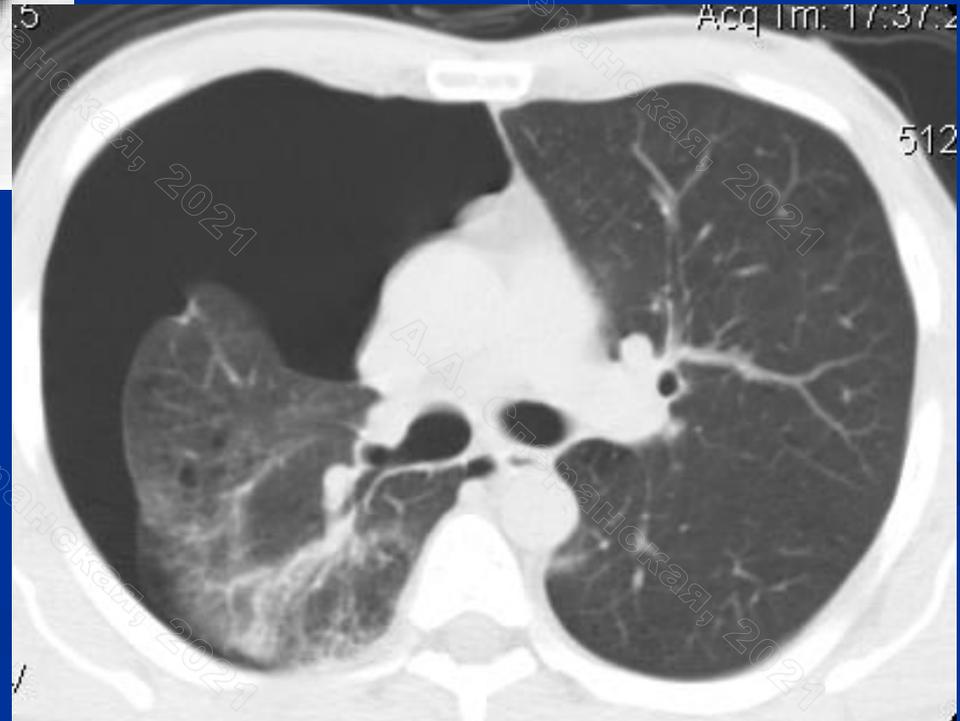
КТ-признаки осложнений ХОБЛ

- **ΔГ** — расширение правых полостей сердца, ствола и крупных ветвей легочной артерии, уменьшение диаметра сопровождающих бронхи сосудов
- **Пневмоторакс**

ХОБЛ, стаж курения 25 п/л. ЛГ (Р в ЛА 35 мм рт. ст.)



ХОБЛ, стаж курения 20 п/л. Спонтанный пневмоторакс



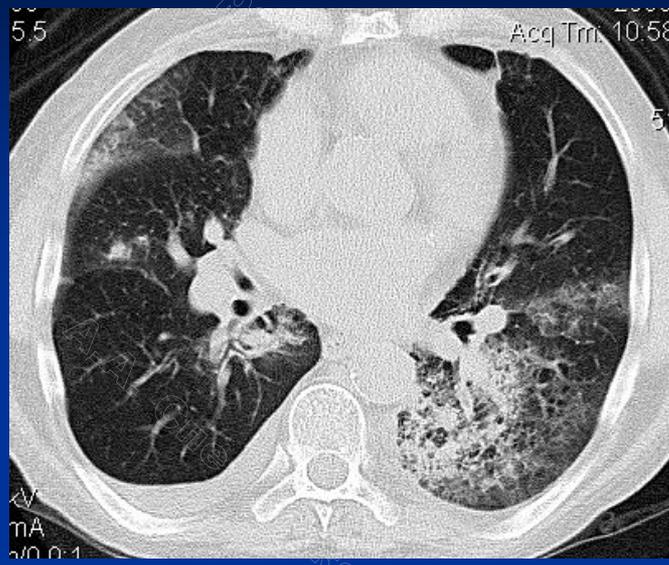
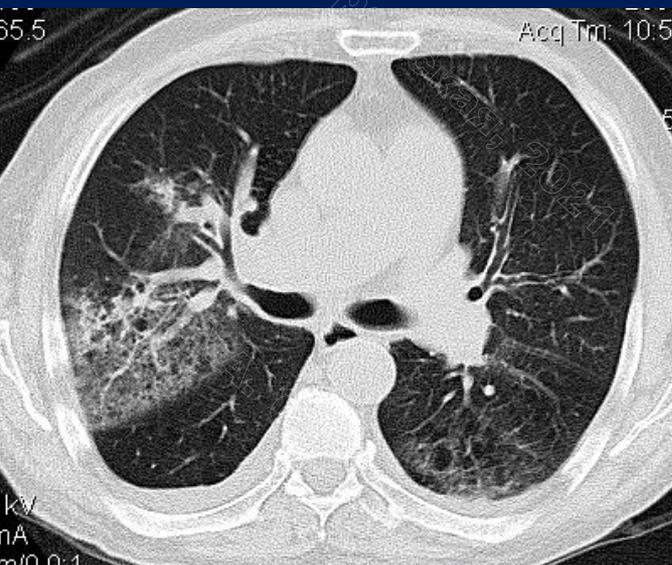
Коморбидность при ХОБЛ

- Сочетание с воспалительными процессами (пневмония, неспецифические деструктивные воспалительные процессы, туберкулез, вирусные поражения)
- Сочетание с сосудистой патологией (ТЭЛА, тромбоз «in situ»)
- Сочетание с опухолевой патологией (центральный, периферический рак)

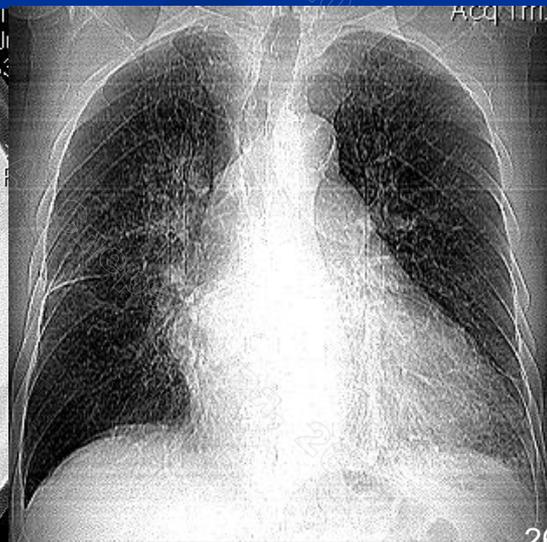
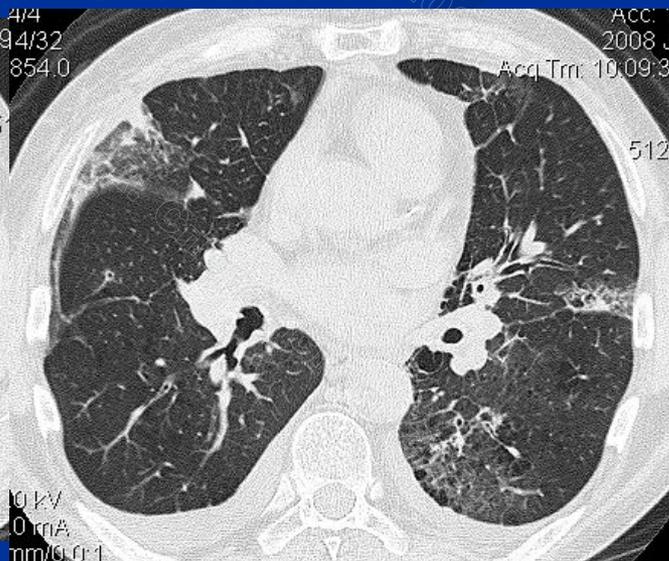
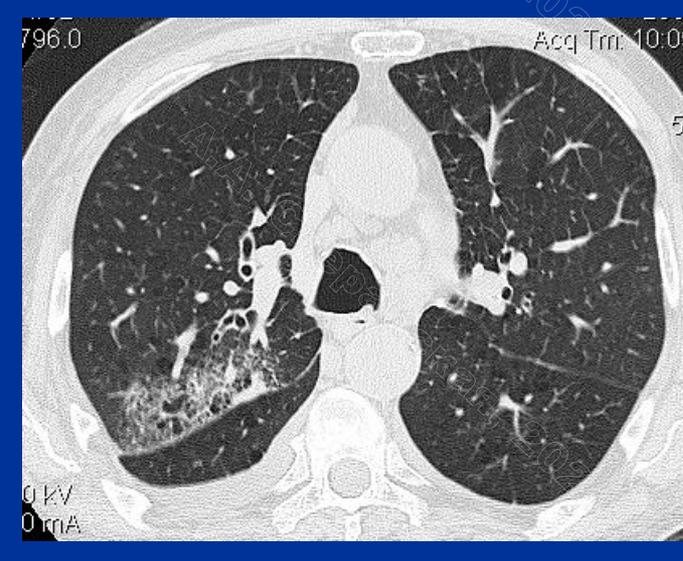
Особенности лучевой картины ХОБЛ + воспаление

- Инфильтрация выявляется плохо на рентгенограммах, т.к. накладывается на эмфизему (эффект «+» на «-»), небольшая протяженность поражения не соответствует тяжелому состоянию пациента
- Ложные «полости» в местах расположения эмфиземы (необходимо сравнивать с изменениями в других отделах, где проявления эмфиземы однотипны)
- Чаще возникает интерстициальная инфильтрация (по типу «матового стекла»), которая видна только на КТ
- Изменения часто носят двусторонний характер
- Часто имеются проявления экссудативного бронхиолита — КТ-картина «дерева в почках» (обострение ХОБЛ)

Больной Я., 72 г. ХОБЛ, стаж курения 34 п/л 30.05.2008 г.



02.06.2008 г.



Особенности лучевой картины ХОБЛ + COVID-19

- Инфильтрация плохо выявляется на рентгенограммах
- Ложные «полости» в местах расположения эмфиземы (необходимо сравнивать с изменениями в других отделах, где проявления эмфиземы однотипны)
- Необходимо определять объем как проявлений эмфиземы, так и инфильтрации COVID-19 поражения легких, суммируя их (степень тяжести поражения у таких пациентов выше)

Больной Р., 1940 г.р.,

ХОБЛ. ДН 2-3 ст.

МКБ-10: U07.1 COVID-19, вирус идентифицирован

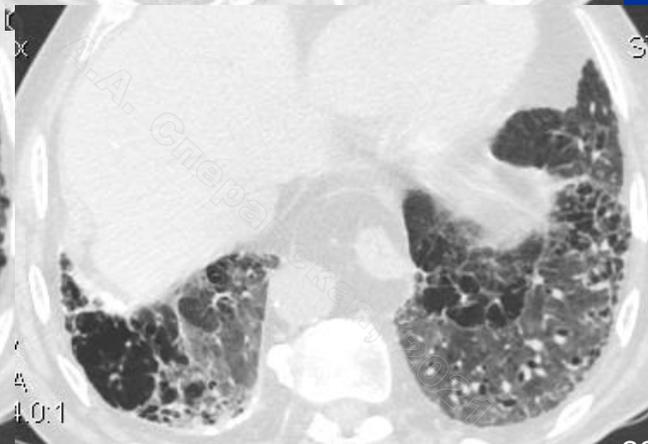
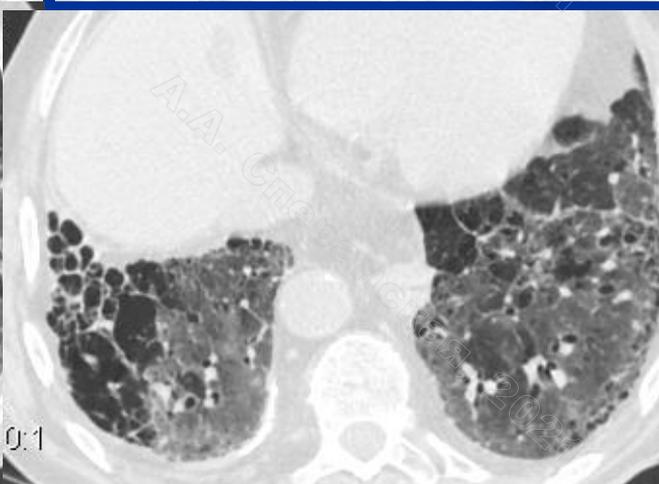
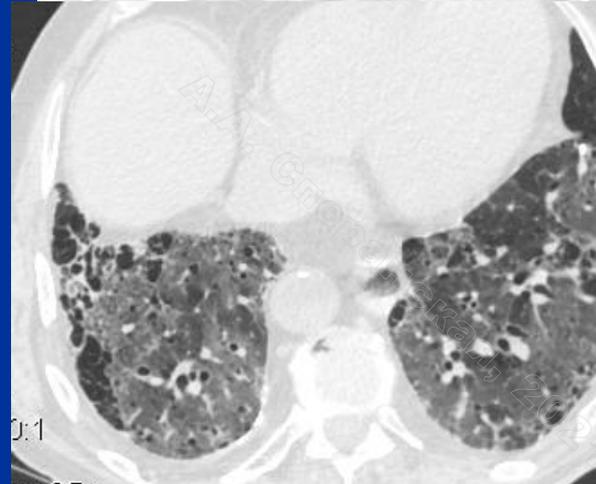
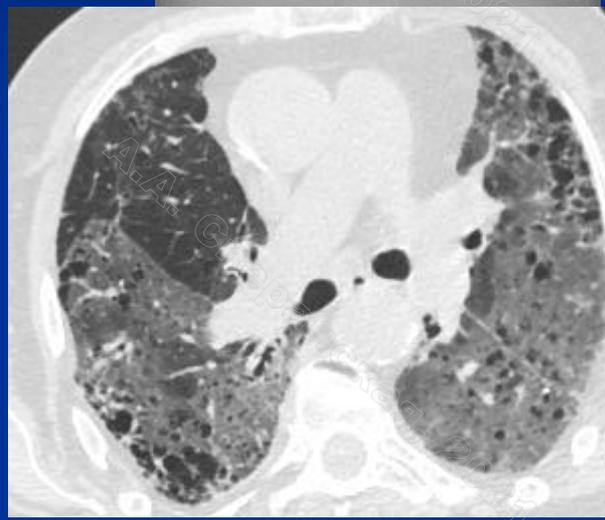
Считает себя больным в течение 5 дней, когда стал отмечать появление одышки при незначительной физической нагрузке, сопровождающейся повышением АД до 230/120 мм рт ст.

3 дня назад — однократный эпизод подъема температуры тела до 38,0 С. **Кашель, катаральные явления отрицает.**

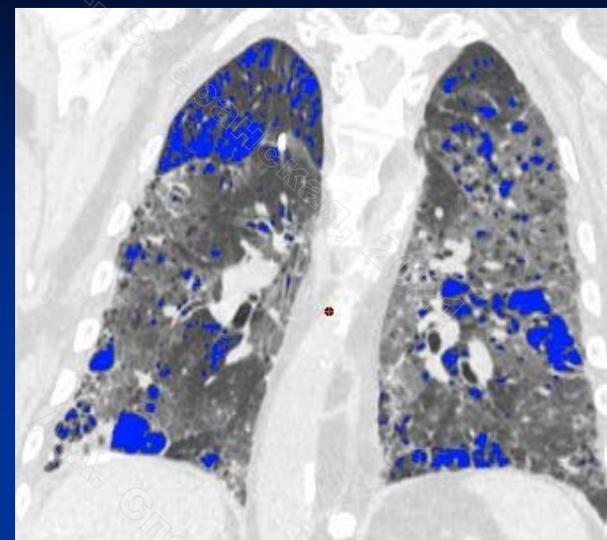
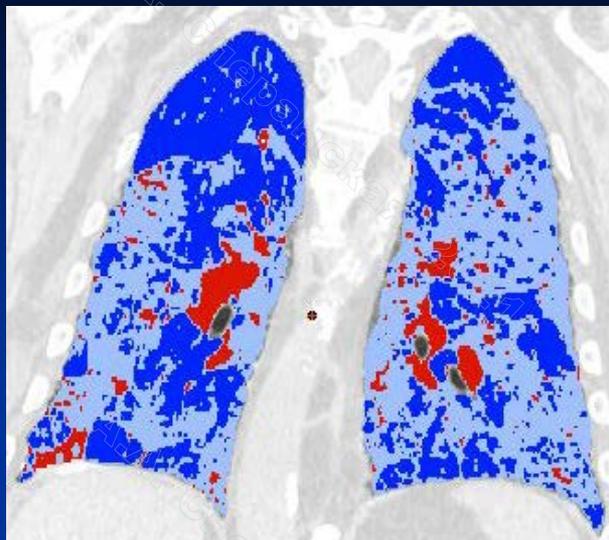
SaO₂: 94%

Больной Р., 1940 г.р.

30.04.2020 г. (5 д)



Больной Р., 1940 г.р. 30.04.2020 г. (5 д)



Range Name	Range values	Right Lung Right Lung	Left Lung Left Lung	Total Lung Volume Combined Lungs
-930 HU	[-1024 / -930]	7.7741 %	4.3298 %	6.0987 % / 0.1906 L
> -930 HU	[-930 / 3071]	92.2259 %	95.6702 %	93.9013 % / 2.934 L
Total		1.6047 L	1.5198 L	3.1245 L

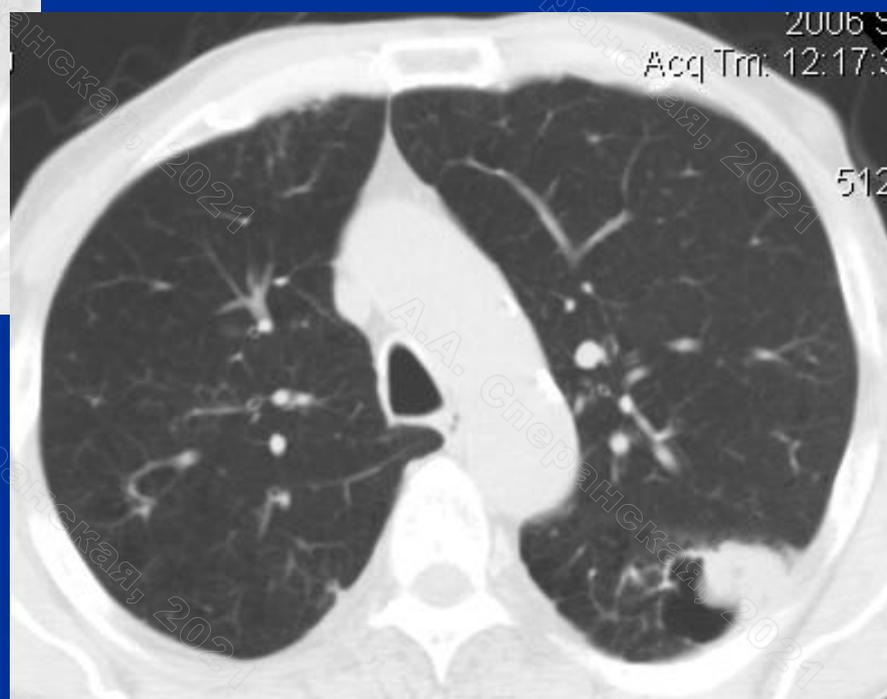
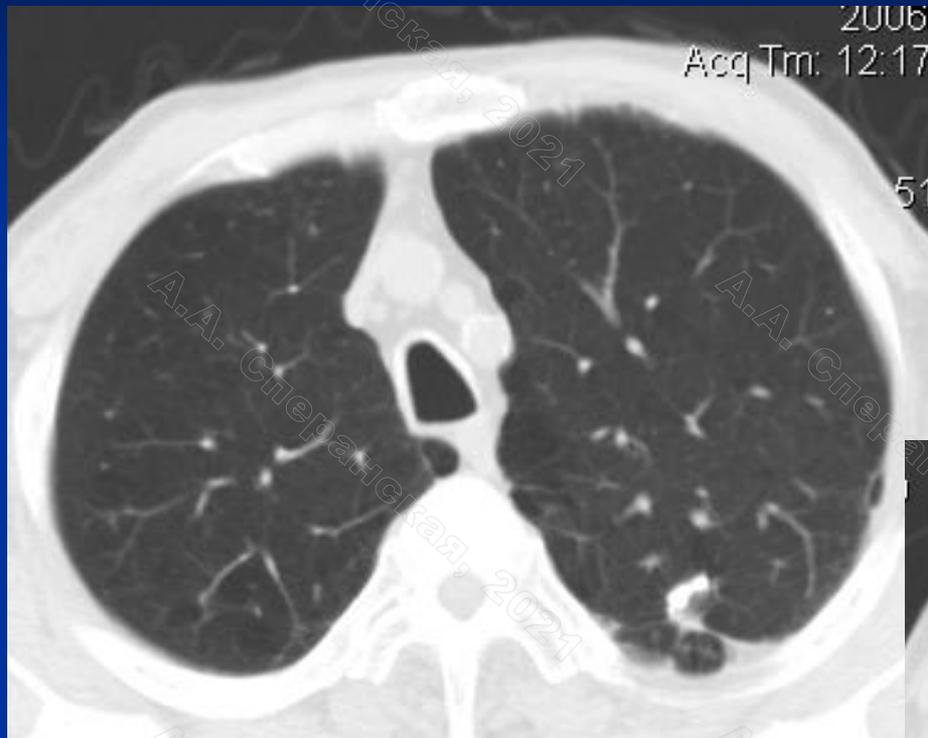
Range Name	Range values	Right Lung Right Lung	Left Lung Left Lung	Total Lung Volume Combined Lungs
-910 HU	[-1024 / -910]	12.6419 %	6.1413 %	9.4799 % / 0.2962 L
> -910 HU	[-910 / 3071]	87.3581 %	93.8587 %	90.5201 % / 2.8283 L
Total		1.6047 L	1.5198 L	3.1245 L

Range Name	Range values	Right Lung Right Lung	Left Lung Left Lung	Total Lung Volume Combined Lungs
-960 HU	[-1024 / -730]	51.3052 %	34.4882 %	43.1251 % / 1.3475 L
Covid19	[-730 / -200]	42.6403 %	59.1508 %	50.6714 % / 1.5832 L
	[-200 / 3071]	6.0545 %	6.361 %	6.2036 % / 0.1938 L
Total		1.6047 L	1.5198 L	3.1245 L

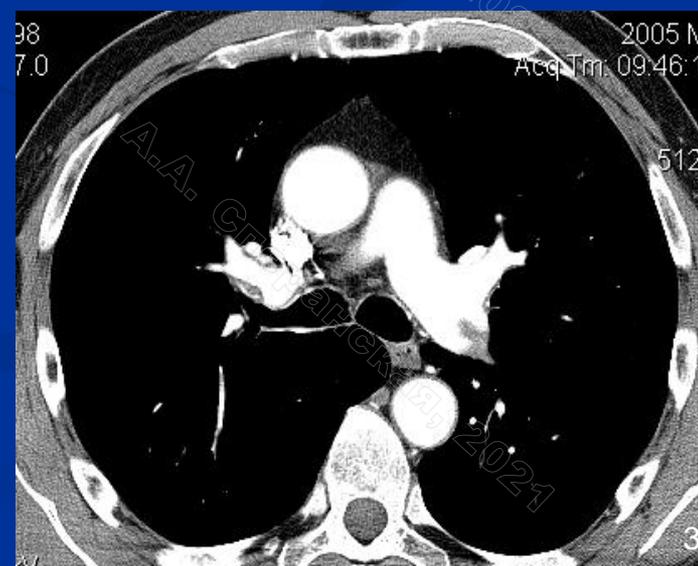
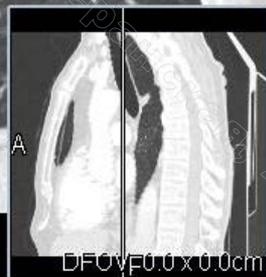
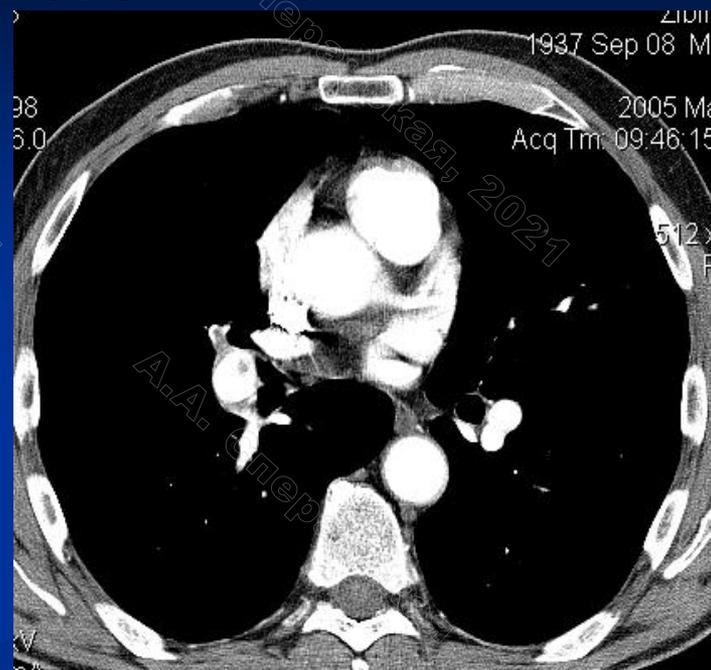
Особенности лучевой картины ХОБЛ + рак легкого

- Высокий риск возникновения рака легкого (в 10 раз выше, чем в популяции)
- Более агрессивно протекает
- Опухолевый узел меняет свои характеристики на фоне эмфиземы
- На фоне ХОБЛ чаще возникают первично множественные формы рака легкого
- Часто поликоморбидность — ХОБЛ + рак легкого + ТЭЛА + воспаление (в том числе туберкулез)

Стаж курения 37 п/л. ХОБЛ + посттуберкулезные изменения + рак легкого



Стаж курения 30 п/л. ХОБЛ + периферический рак верхней доли правого легкого + ТЭЛА



0.0 kV
0.0 mA
Tilt: 0.0
0.0 s
Id:DCM / Lin:DCM / Id:ID
W:255 L:127

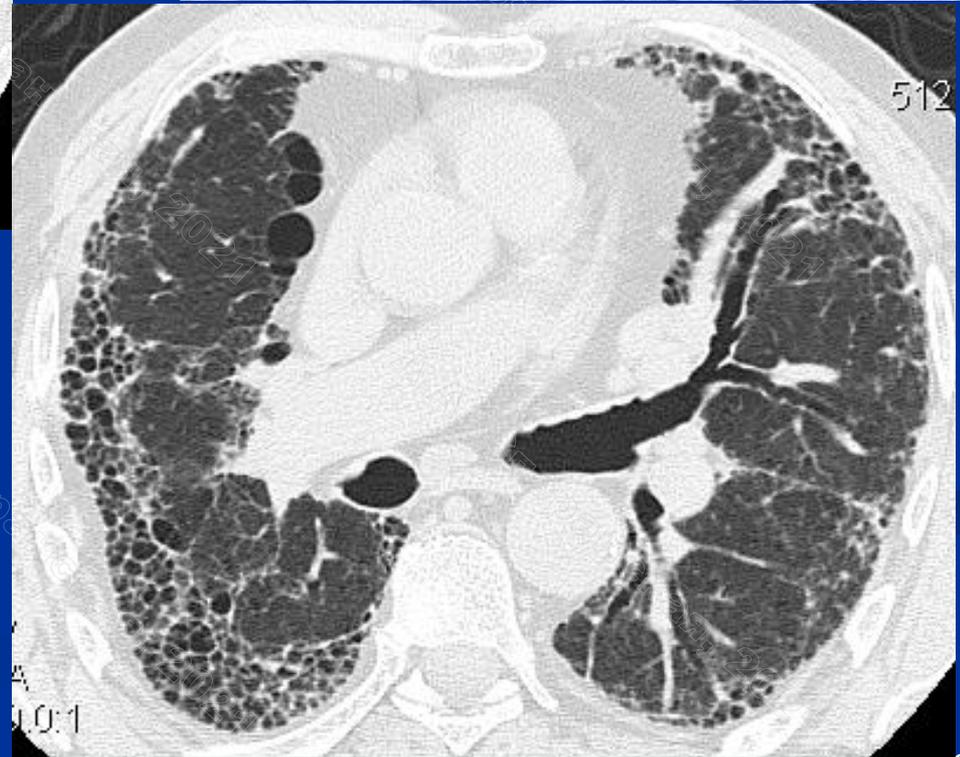
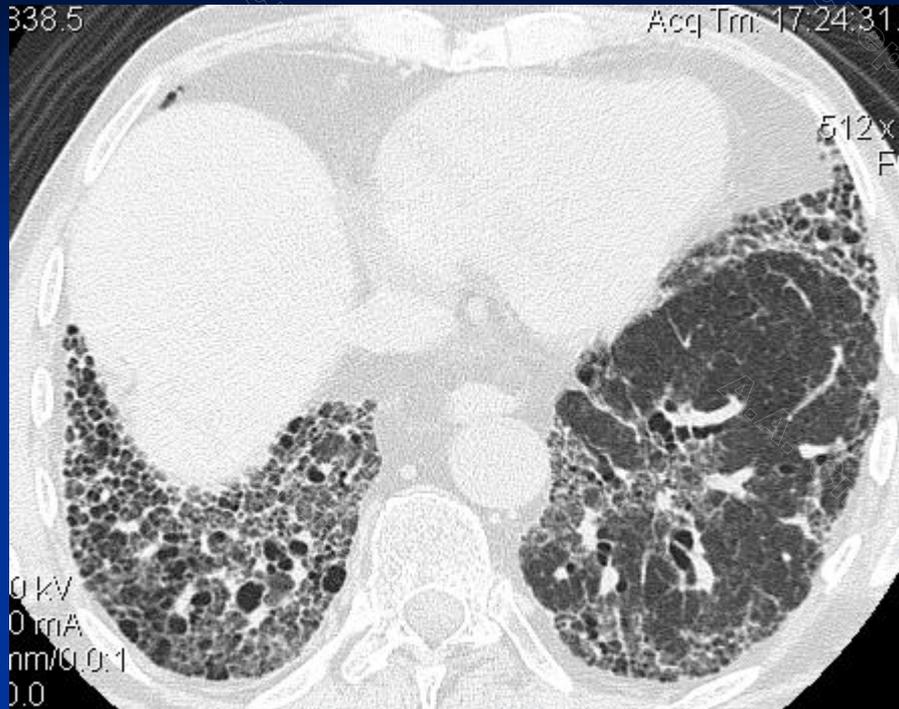
DFOV: 0.0 x 0.0 cm
Omni



Особенности лучевой картины ХОБЛ+ИЛФ

- Эмфизема характерная для ХОБЛ (центриацинарная, буллезная, панлобулярная), вздутие легочной ткани в нижних отделах, признаки бронхиальной обструкции (неравномерность вентиляции, наличие «воздушных ловушек» при проведении функционального КТ-исследования «на выдохе»)
- Трансформация «сотового легкого» на фоне эмфиземы (кисты неправильной формы, большого размера, с толстыми стенками, локализуются в верхних субплевральных и ядерных отделах)
- Низкое стояние диафрагмы, каплевидное сердце, **но!!!** признаки уменьшения объема легочной ткани (липоматоз средостения и экстраплевральный липоматоз)
- Более часта коморбидность (ТЭЛА, новообразования, воспаление и протекают хуже — стремительно и тяжело)
- КИФВД: сочетание обструктивных (снижение ОФВ₁, повышение остаточного объема легких) и рестриктивных (снижение диффузионной способности легких) нарушений

Стаж курения 45 п/л. ХОБЛ + ИЛФ

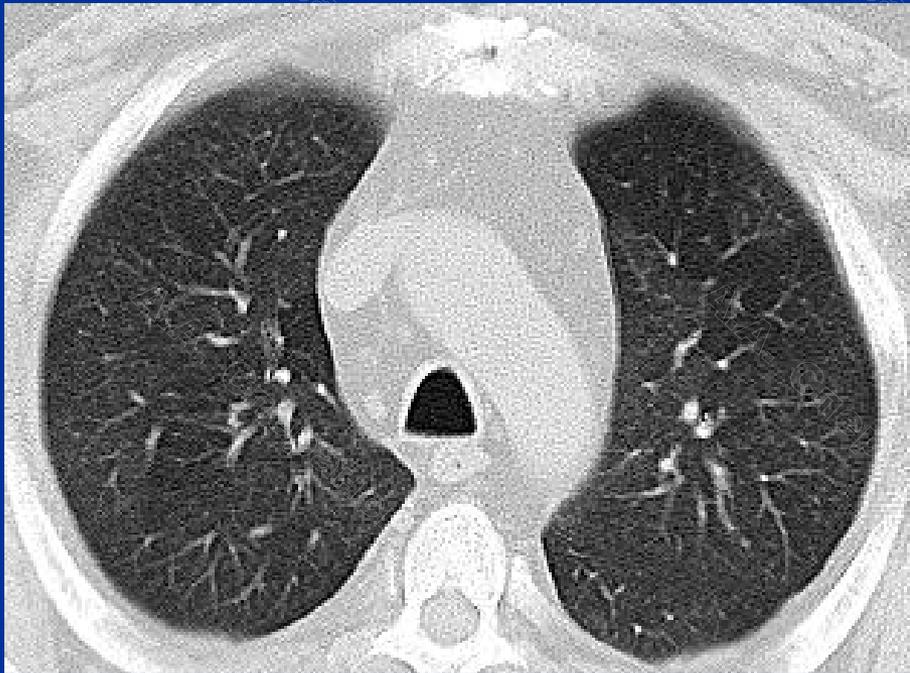
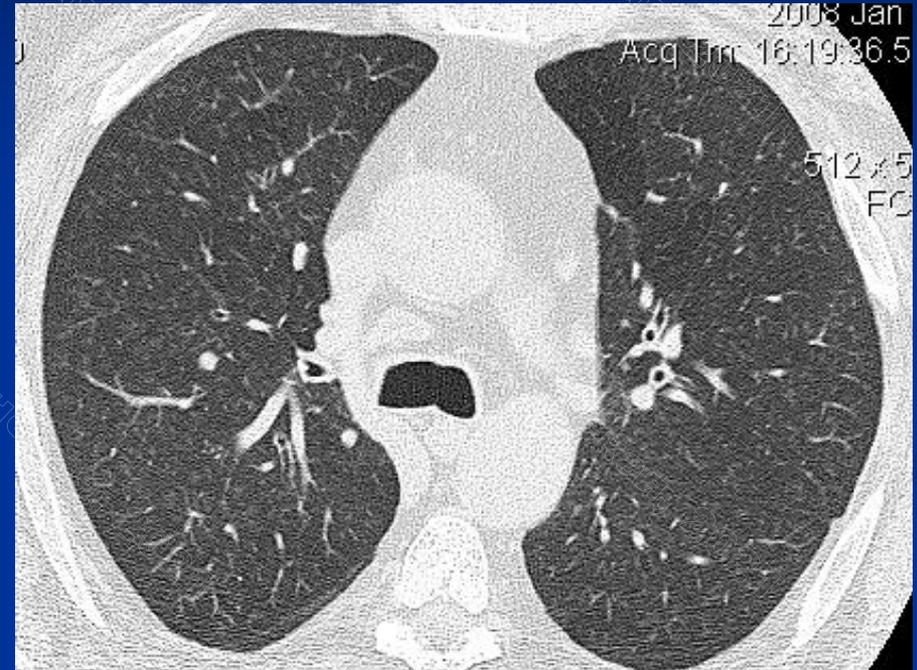
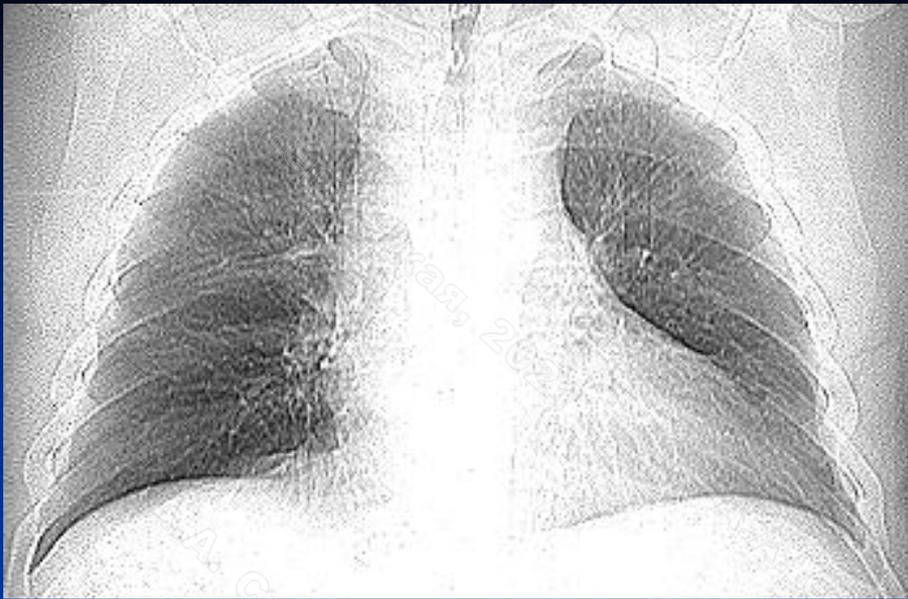


А.А. Сперанская, 2021

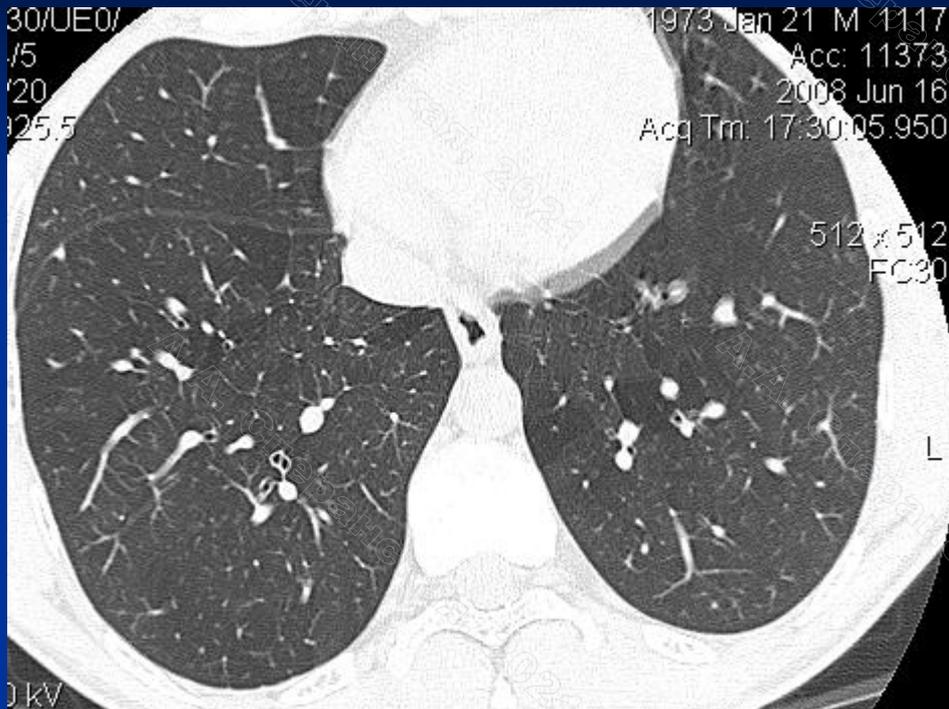
Лучевая диагностика бронхиальной астмы

- Увеличение объема легких (не всегда)
- Неравномерность вентиляции легочной ткани **на ВДОХЕ**
- Вздутие отдельных участков легочной ткани (симптом «воздушных ловушек») **на ВЫДОХЕ**
- **Отсутствие проявлений эмфиземы** (только в далеко зашедших стадиях или в сочетании с ХОБЛ)
- После тяжелого приступа — эмфизема средостения, наличие линейных разрывов легочной ткани — интерстициальная эмфизема
- При тяжелой форме инфекционно-зависимой бронхиальной астмы — бронхоэктазы, признаки инфекционного бронхолита — утолщение стенок сегментарных и более мелких бронхов, заполнение их просвета мокротой с КТ-картиной «дерева в почках»

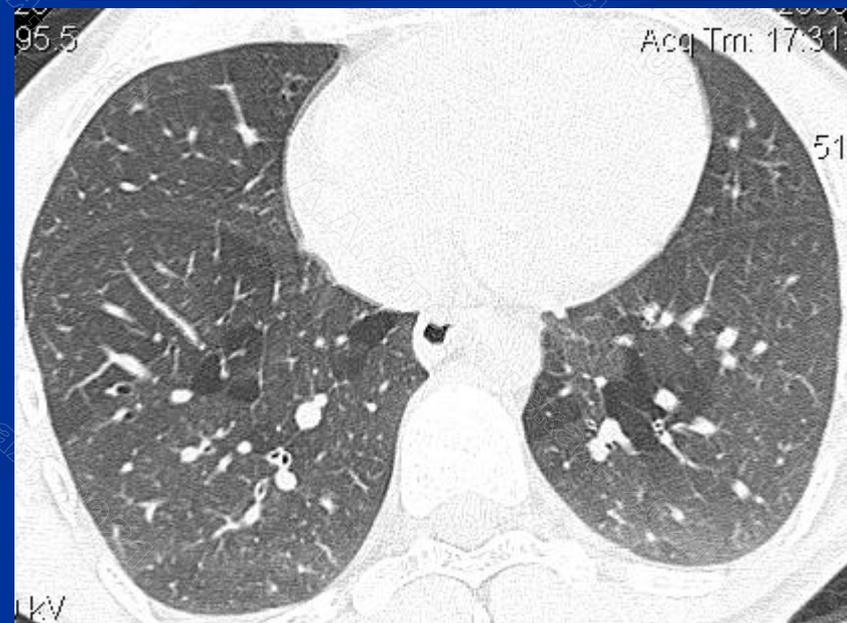
КТ-картина бронхиальной астмы



Симптом «воздушных ловушек» при бронхиальной астме

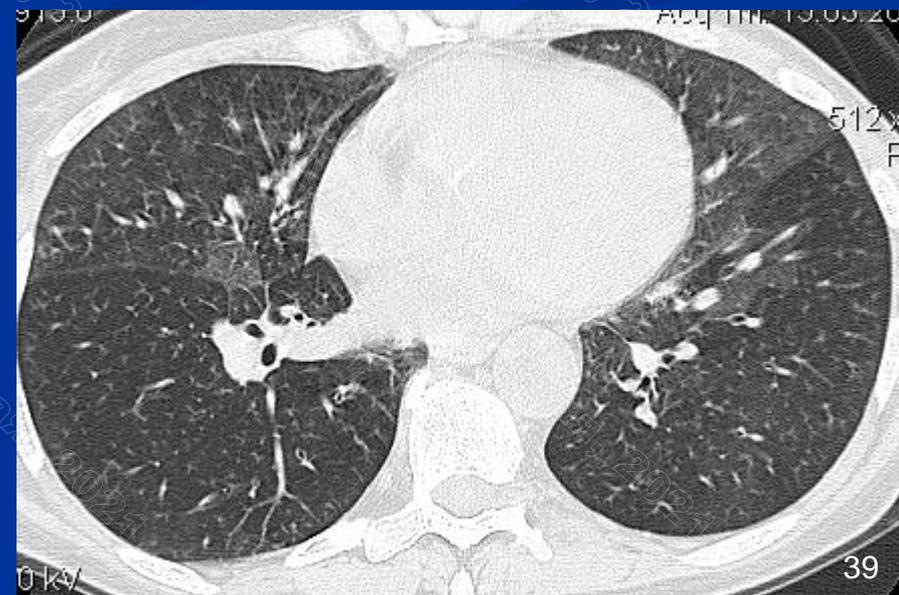
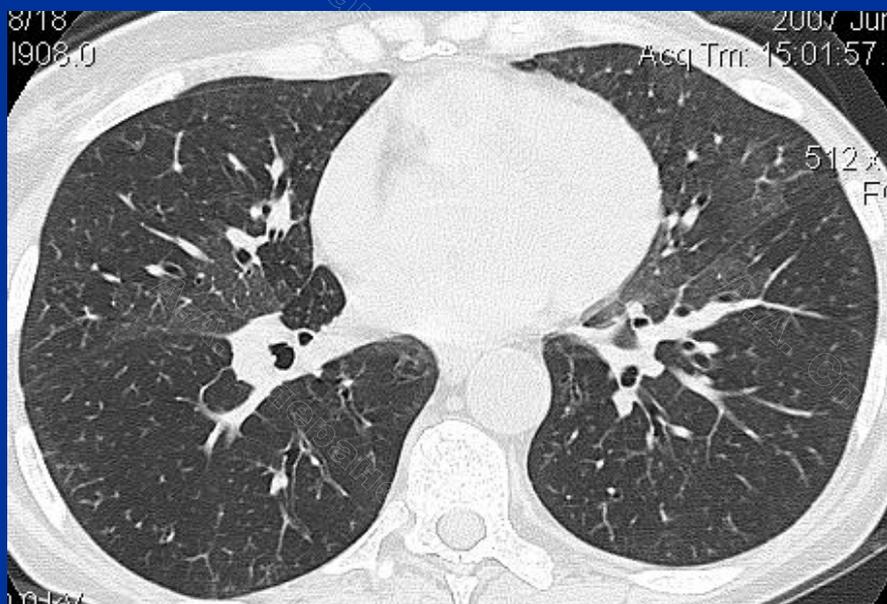
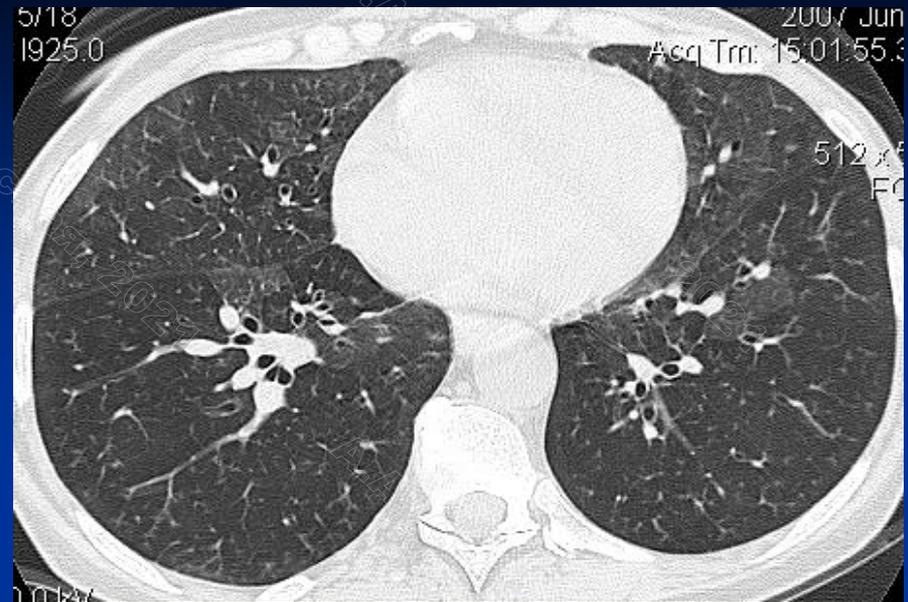
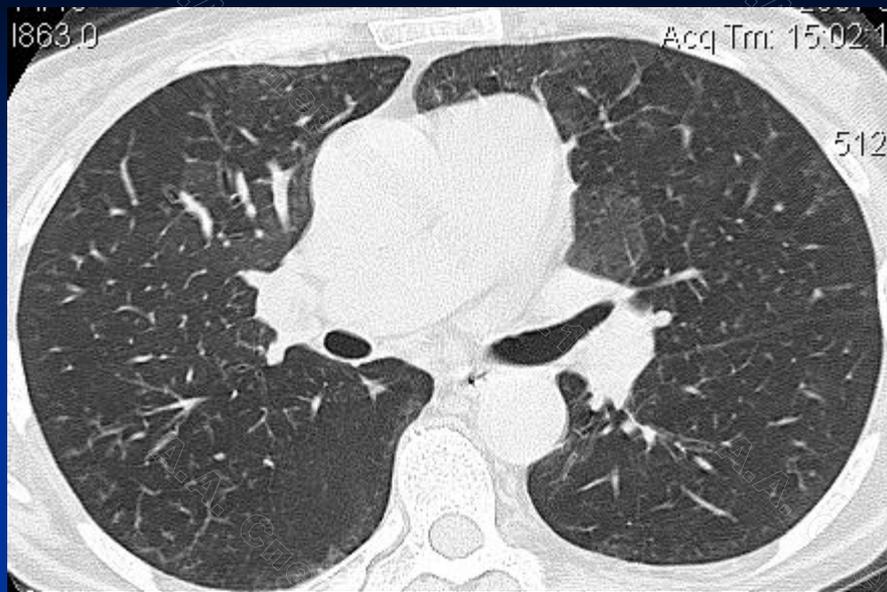


Вдох



ВЫДОХ

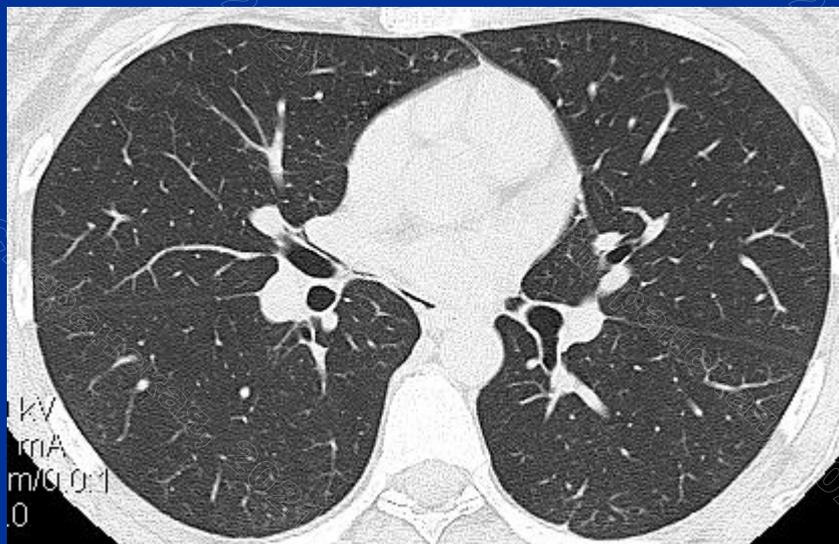
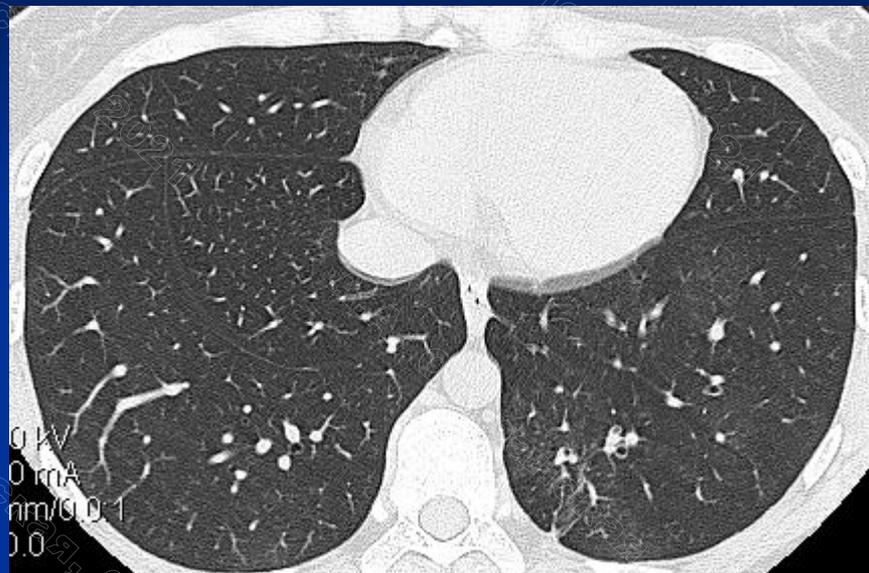
Тяжелая форма инфекционно-зависимой бронхиальной астмы



ВЫДОХ

ВДОХ

Эмфизема средостения после тяжелого приступа бронхиальной астмы



Виды бронхоолитов

- **Констриктивный (облитерирующий)** — воспаление с последующим развитием перибронхиального фиброза мелких бронхов и терминальных бронхиол
- **Пролиферативный** — пролиферация внутри бронхиолы (полип, гранулема)
- **Эксудативный** — заполнение просвета экссудатом
- **Продуктивный** — формирование гранулемы (очага)
- **Смешанные формы**

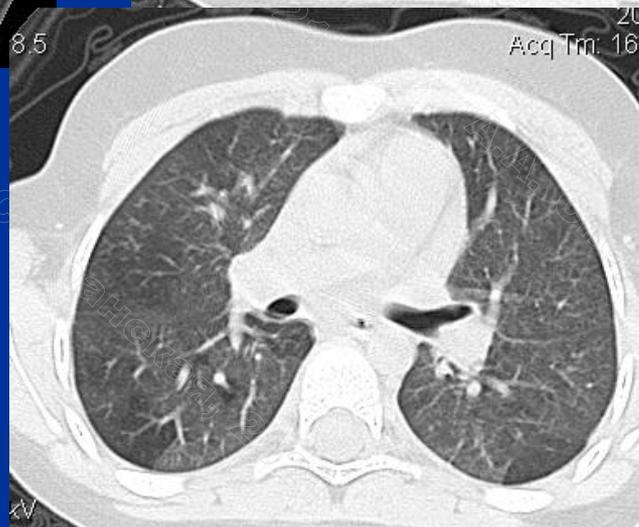
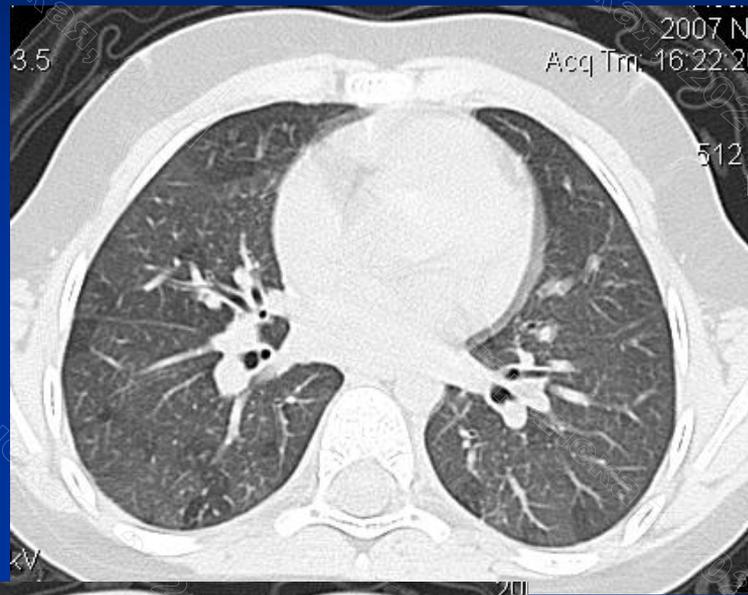
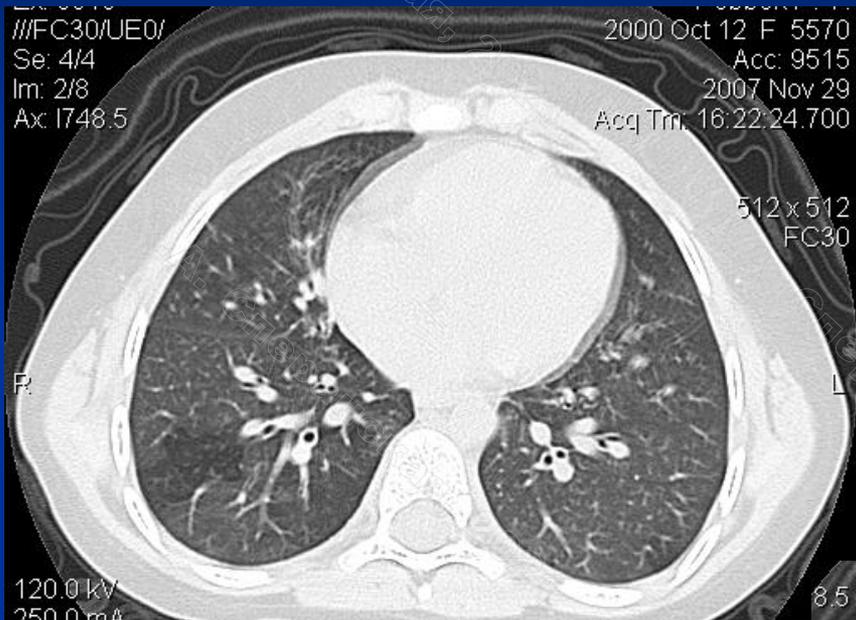
Причины формирования констриктивного бронхиолита (КБ)

- Поствирусные КБ
- РТПХ
- ДБСТ
- Васкулиты
- ГЧП, ППФЭ

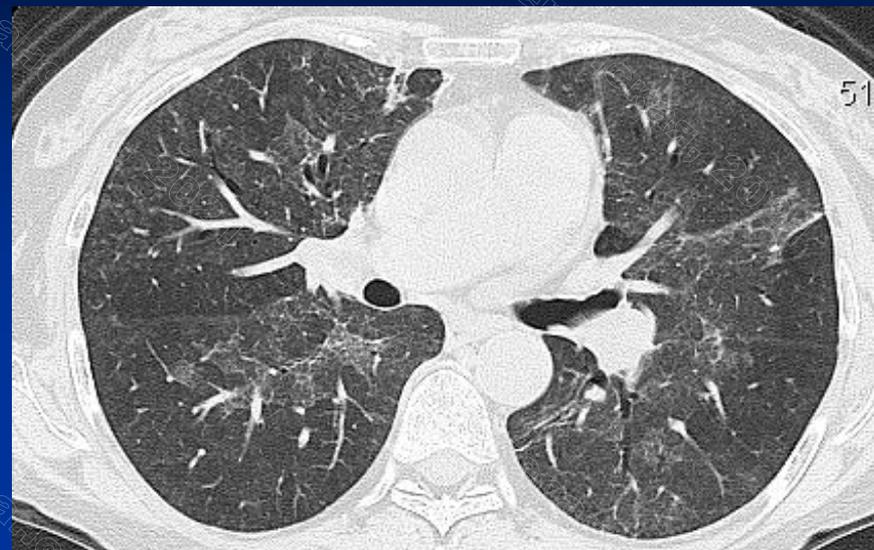
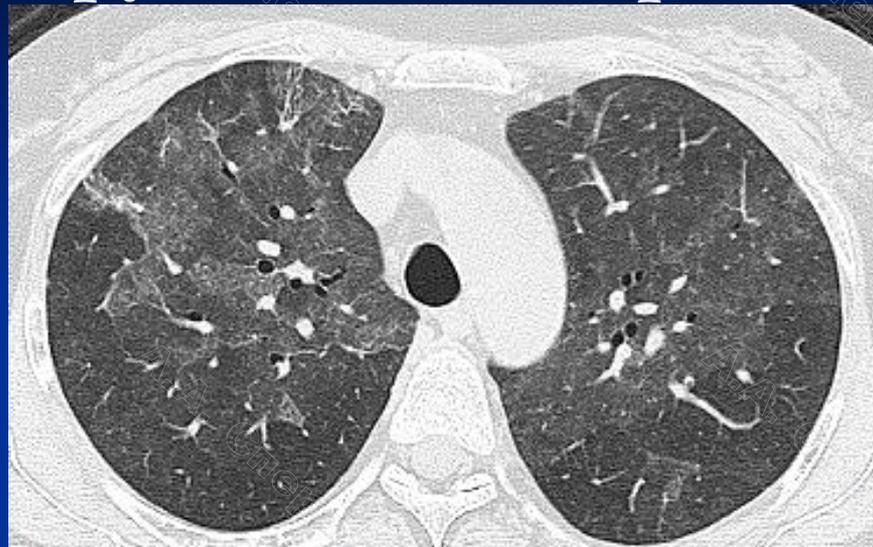
Лучевая диагностика констриктивного бронхиолита

- Обеднение легочного рисунка: уменьшение калибра сосудов, изменение соотношения диаметра бронха - диаметра сосуда ($B > A$)
- Проявления «стойкой» (не меняющейся от исследования к исследованию) бронхиальной обструкции — вздутие легочной ткани, неравномерность вентиляции, при проведении экспираторной КТ — «воздушные ловушки»

Констриктивный бронхиолит после трансплантации костного мозга



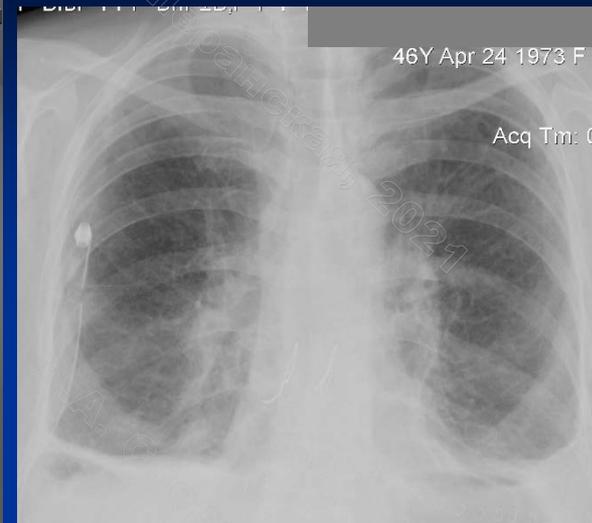
Констриктивный бронхиолит, пересаженная трупная почка, реакция хозяин-трансплантат



Констриктивный (облитерирующий) бронхиолит после перенесенных детских инфекций

- Выраженная неравномерность вентиляции легочной ткани
- Наличие двусторонних «воздушных ловушек» при проведении КТ-исследования «на выдохе»
- Утолщение стенок бронхов, уменьшение их диаметра, наличие в просвете мокроты
- Уменьшение диаметра сопровождающих их ветвей легочной артерии, выраженные перфузионные нарушения в легочной ткани

Больная Г., 1973 г.р. (46 л.)



20.10.2019 г.

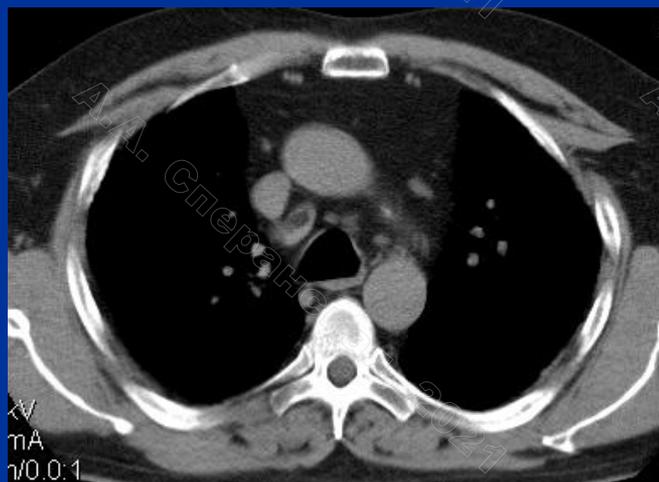
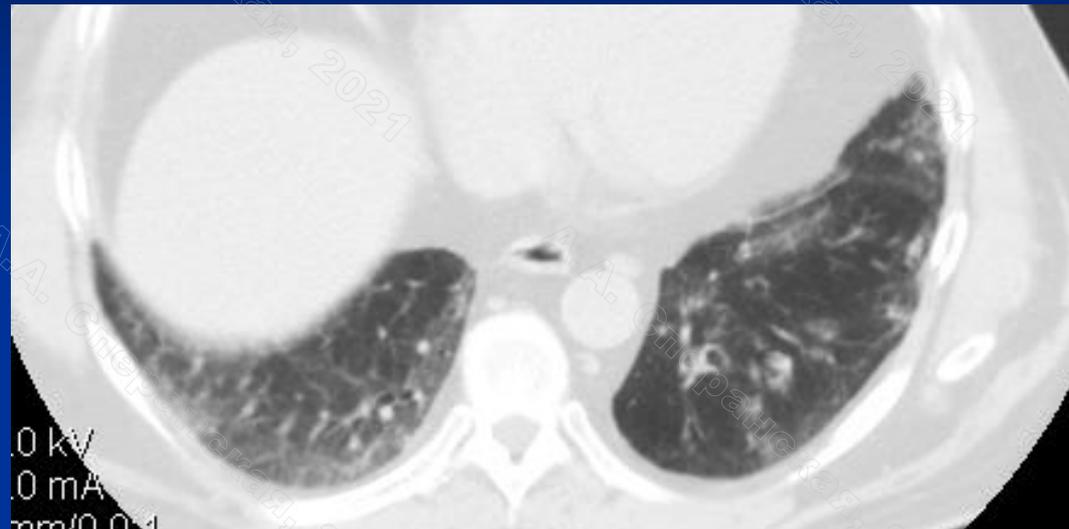
20.09.2019 г.



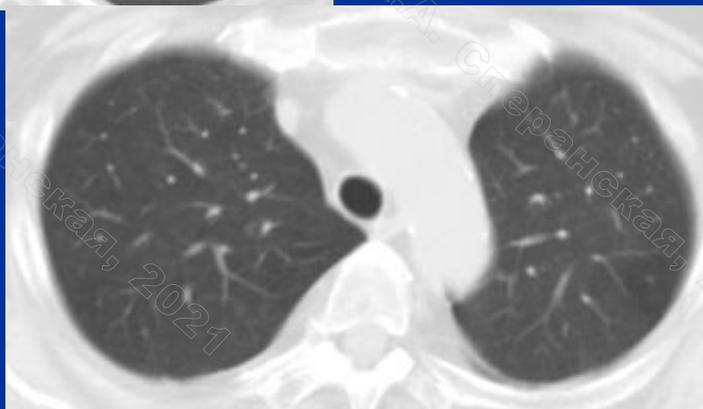
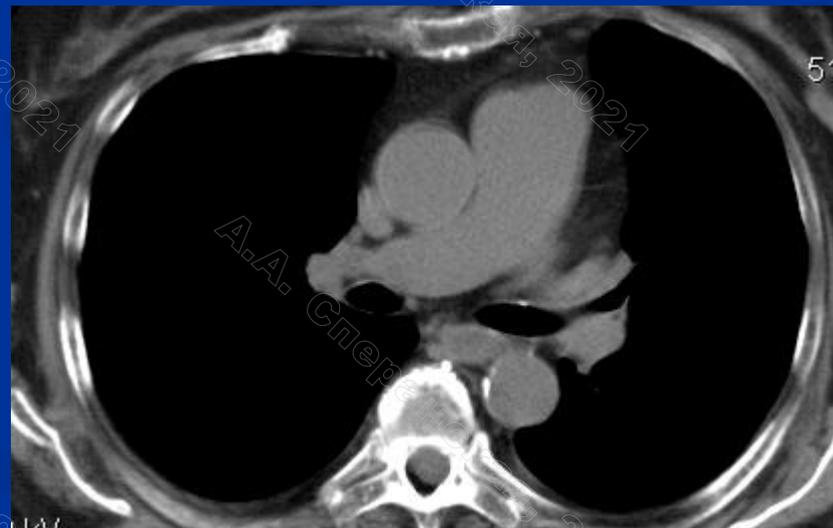
Синдром бронхиальной обструкции при ДБСТ

- Сочетается с очагами и проявлениями легочного фиброза
- При обострении ДБСТ — формирование КТ-картины ОсИП
- Часто легочная гипертензия

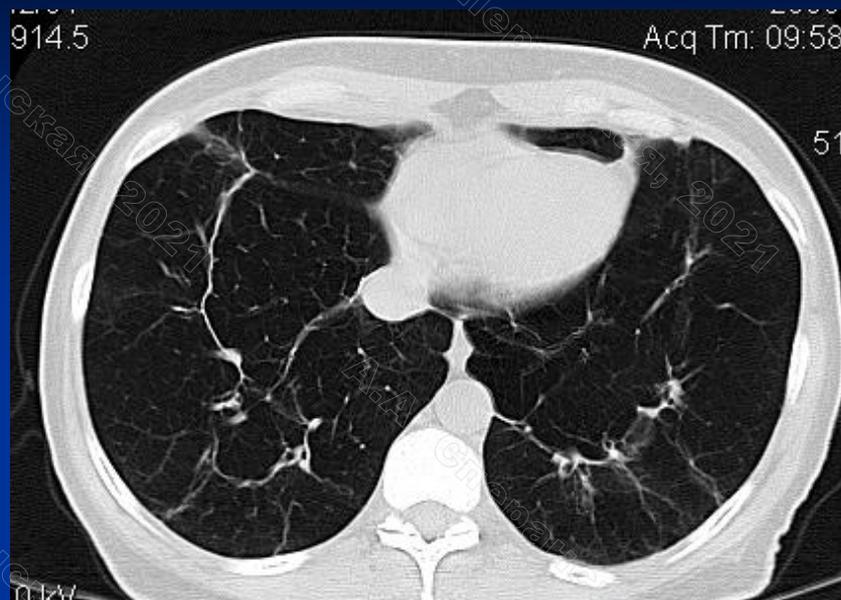
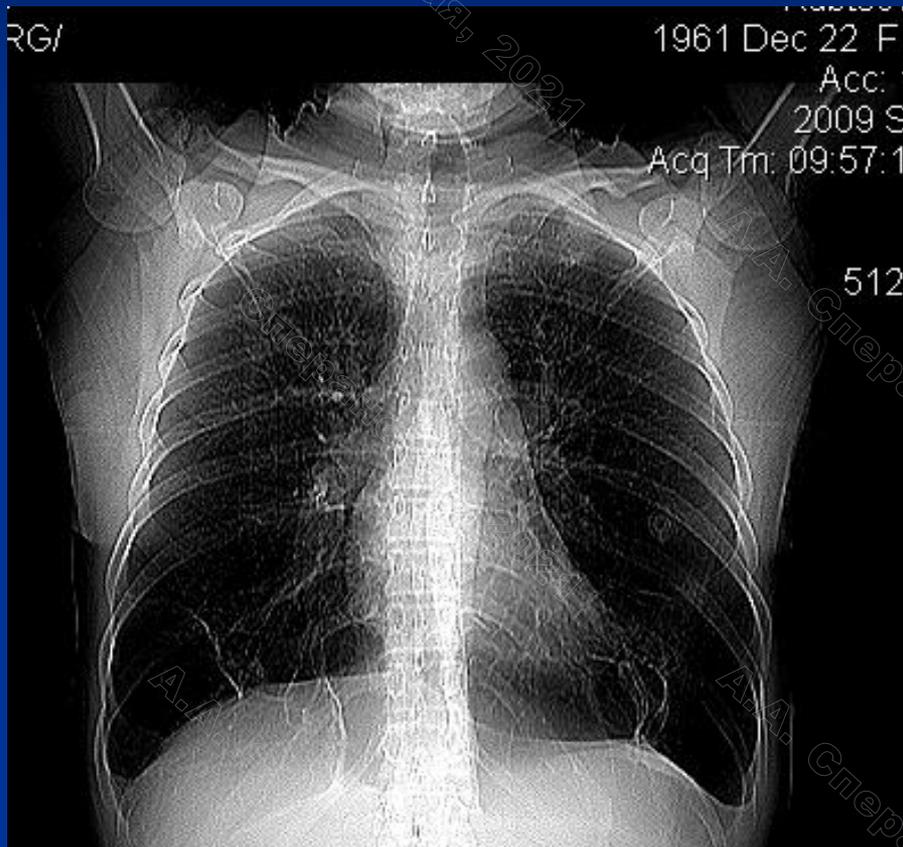
Синдромы фиброзирующей болезни легких и бронхиальной обструкции при легочных проявлениях ревматоидного артрита



Синдром бронхиальной обструкции при ССД



Поражение легких при синдроме вялой кожи

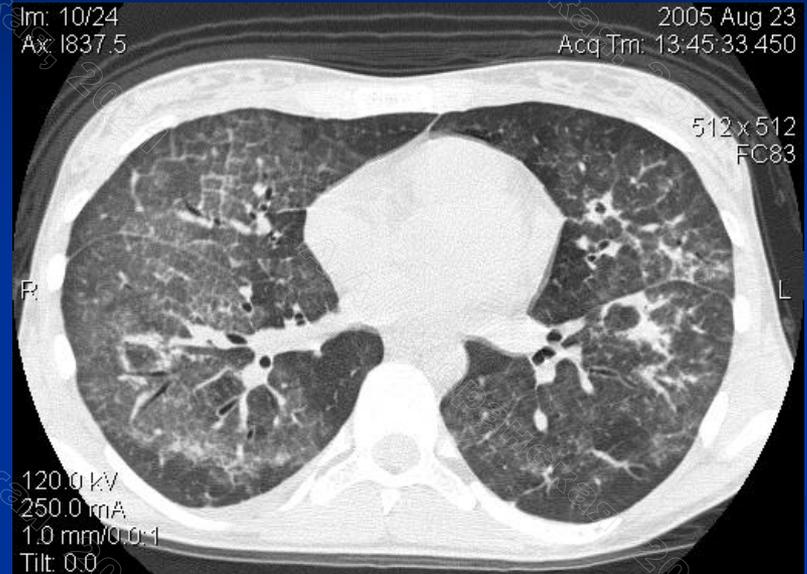


Синдром бронхиальной обструкции при легочных васкулитах

- Сочетается с различными видами инфильтрации легочной ткани (по типу «матового стекла», внесегментарной альвеолярной инфильтрации, организующейся пневмонии)
- После регресса инфильтрации сохраняются участки вздутия легочной ткани
- Часто легочная гипертензия
- Полисистемность поражения (околоносовые пазухи, височные кости, почки)

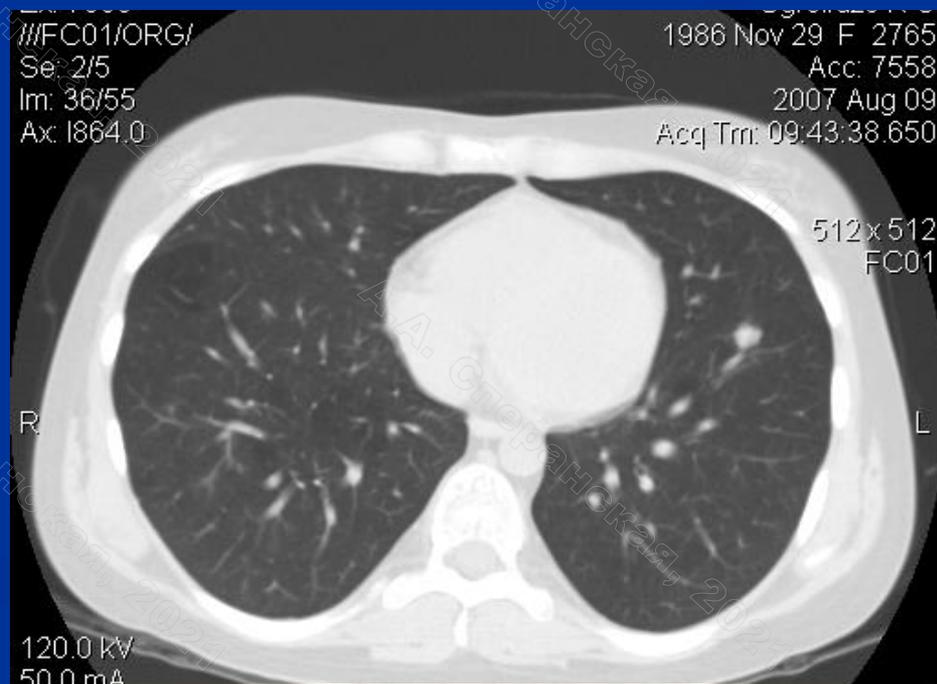
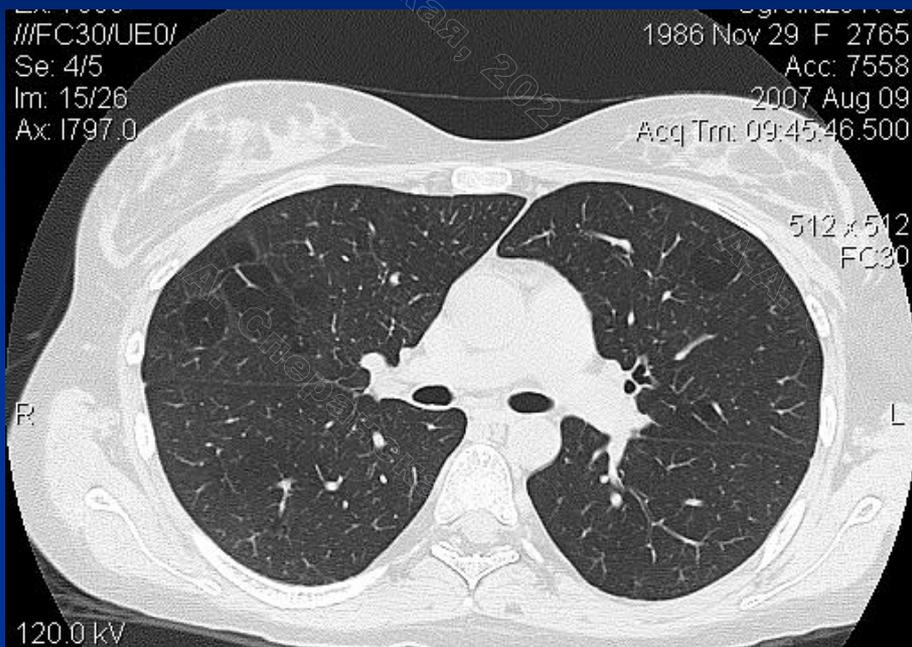
Гранулематоз с полиангиитом (Вегенера)

Больная У., 21 г., 23.08.2005 г.



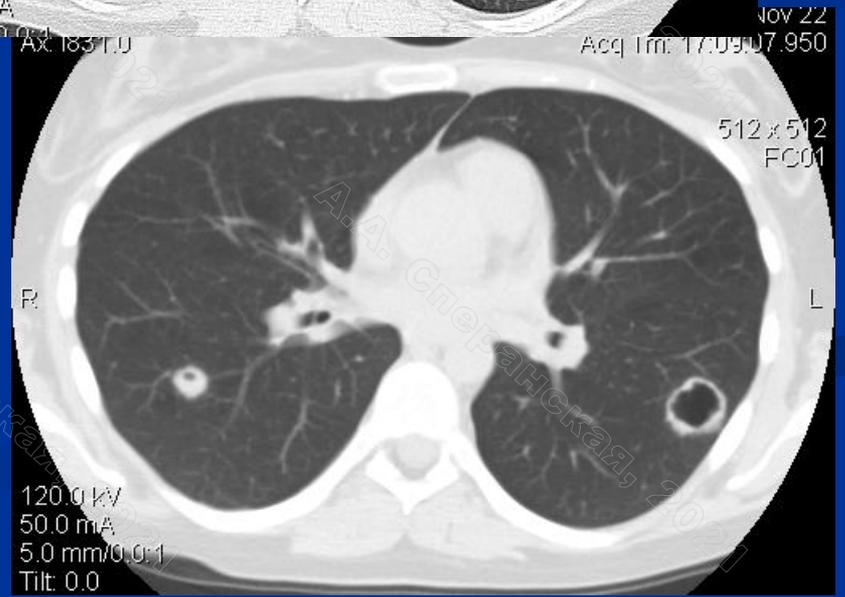
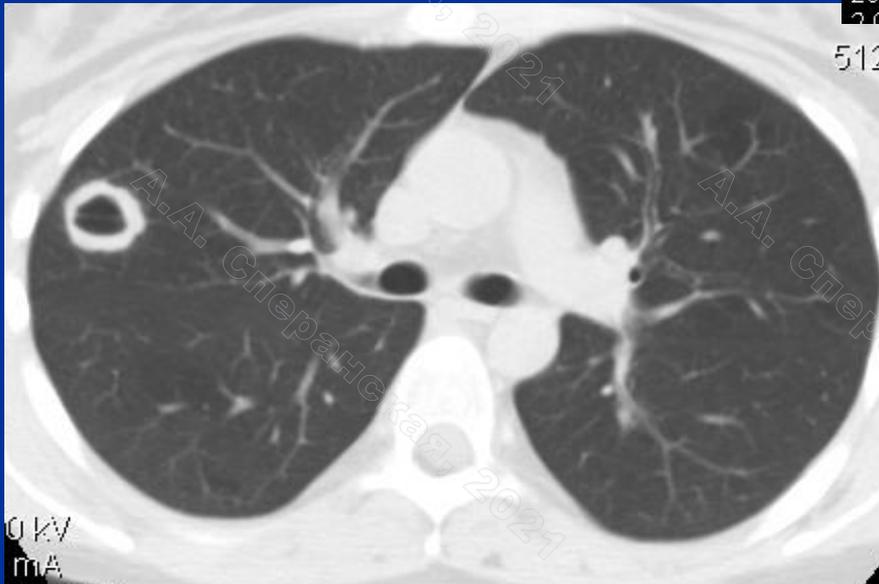
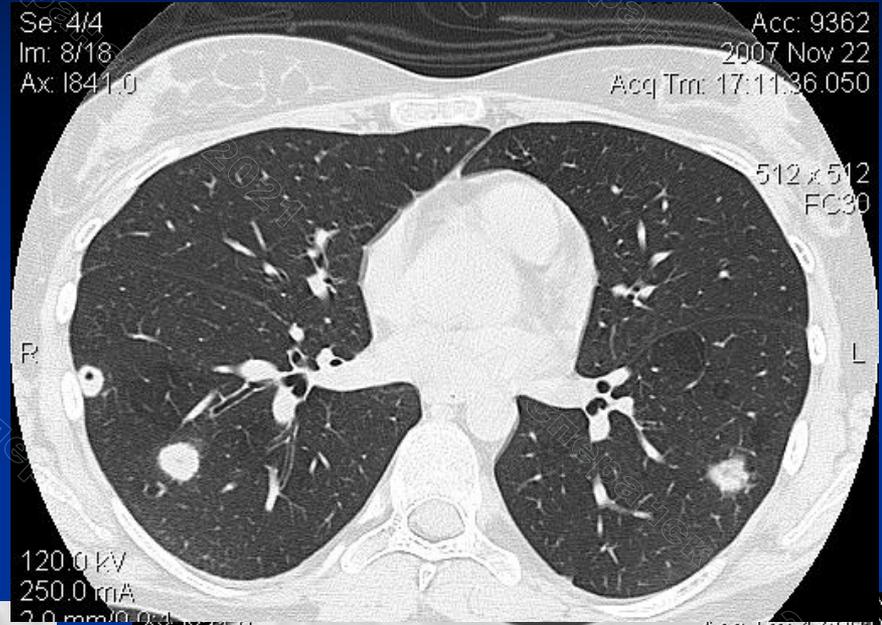
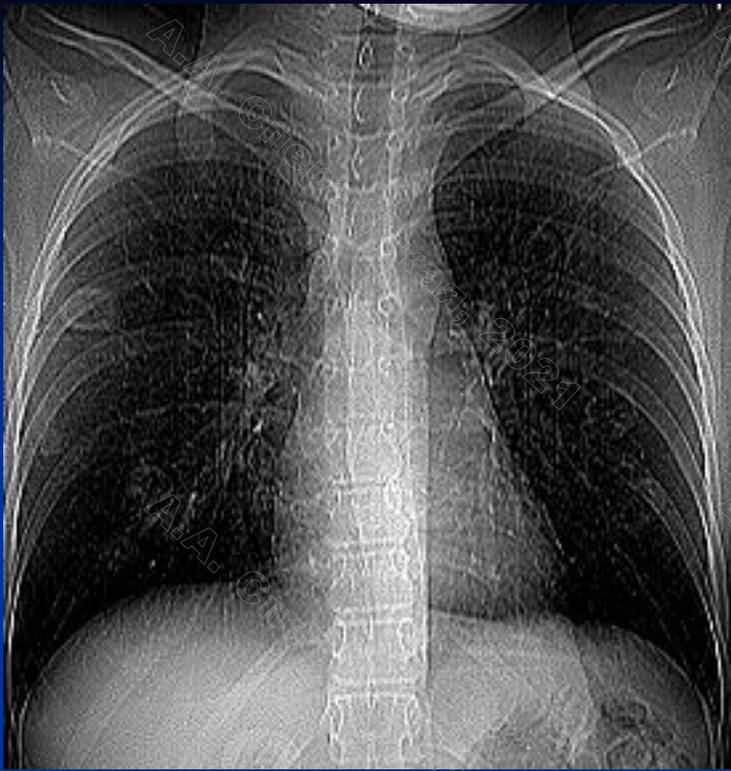
Гранулематоз с полиангиитом

Больная У., 21 г., 09.08.2007 г.



Гранулематоз с полиангиитом

Больная У., 21 г., 22.11.2007 г.

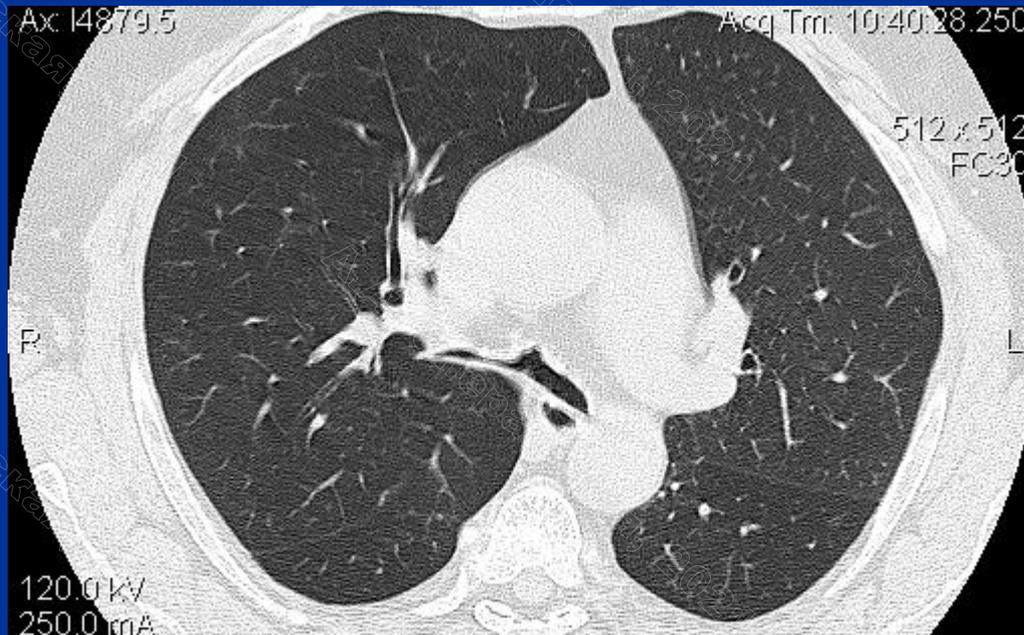
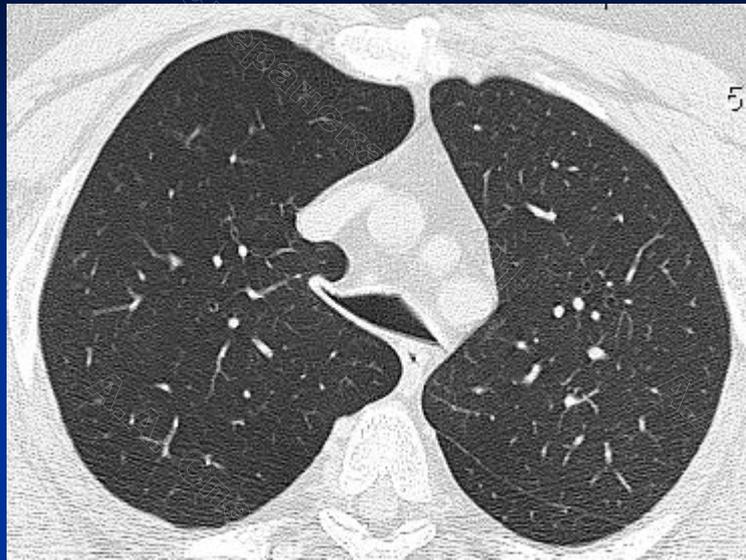


Врожденные нарушения, приводящие к развитию бронхиальной обструкции

Лучевая диагностика трахеобронхиальной дискинезии

- Щелевидное спадение просвета трахеи и крупных бронхов при КТ-исследовании «на выдохе»
- Коллабирование участков легочной ткани

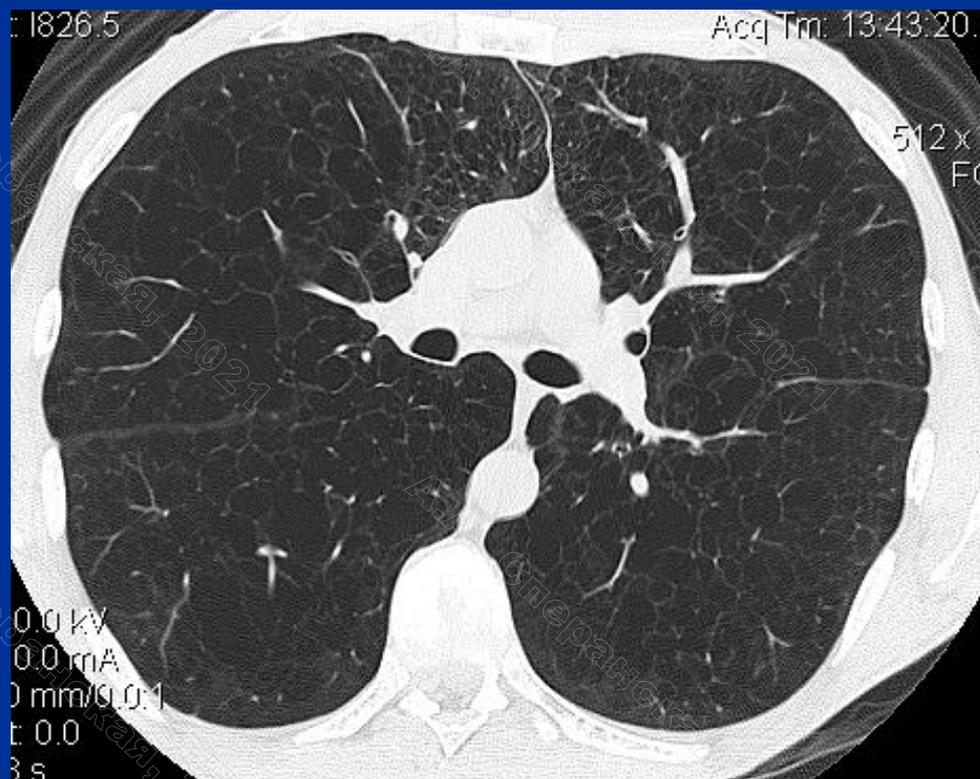
Трахеобронхиальная дискинезия



Лучевая диагностика первичной эмфиземы (дефицит альфа-1 антитрипсина)

- Распространенная панлобулярная эмфизема
- Проявления бронхиальной обструкции
- ЛГ (расширение ствола легочной артерии и крупных ветвей, «скачок» калибра)

Первичная эмфизема (дефицит альфа-1 антитрипсина)



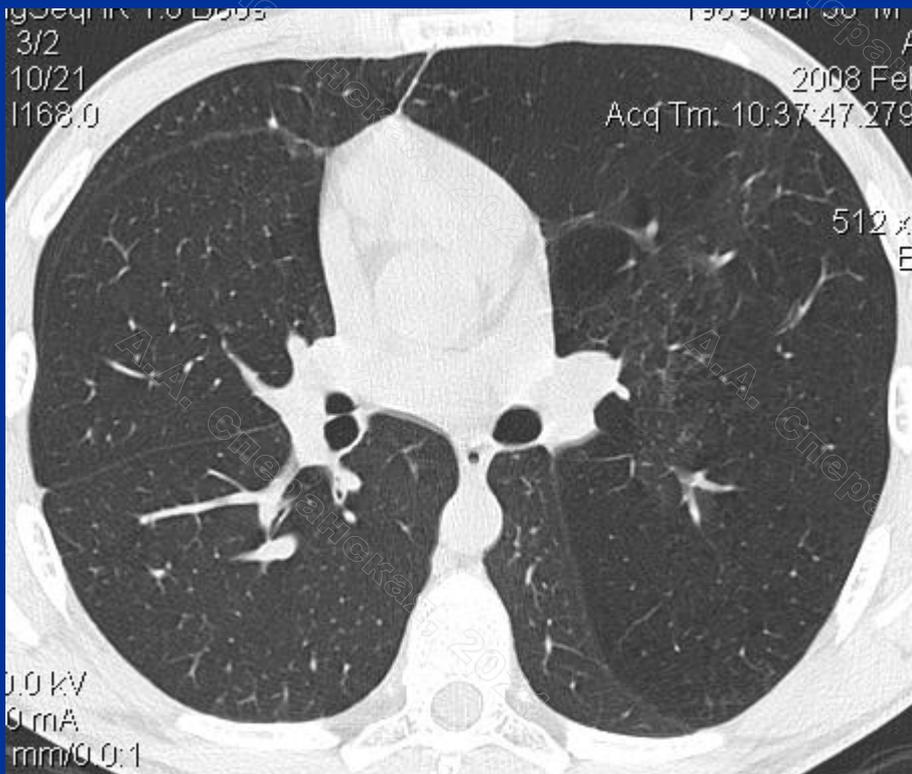
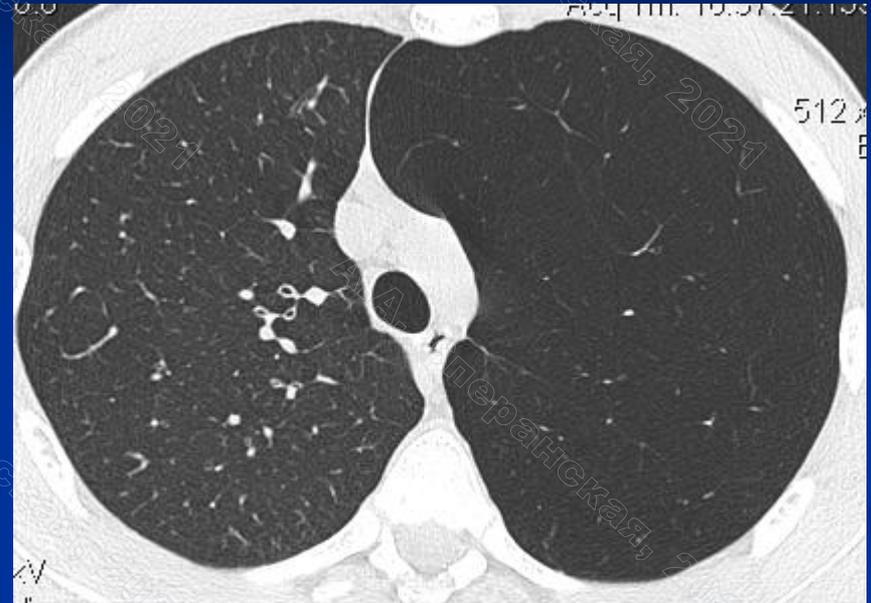
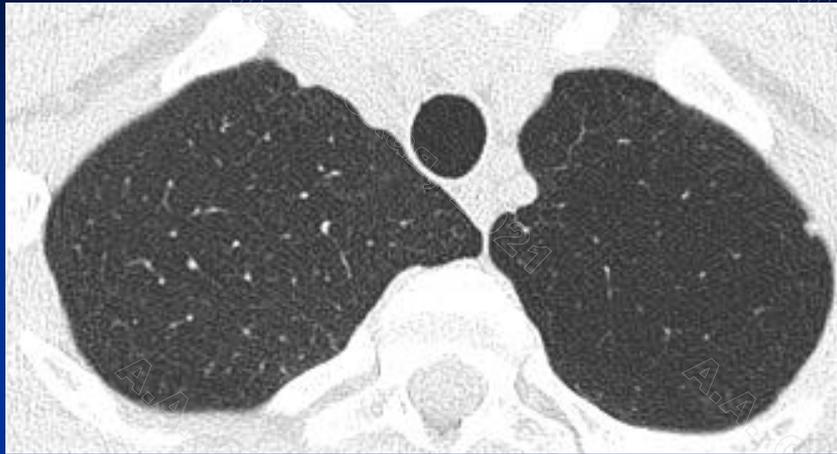
Исчезающее легкое (дефицит альфа-1 антитрипсина) с развитием легочного кровотечения



Лучевая диагностика лобарной эмфиземы

- Атрезия бронха (полная, перепонка)
- Вздутие части легкого
- Может сопровождаться сосудистой патологией (гипоплазия сопутствующего сосуда, аномальный дренаж легочных вен, веноокклюзионная болезнь)

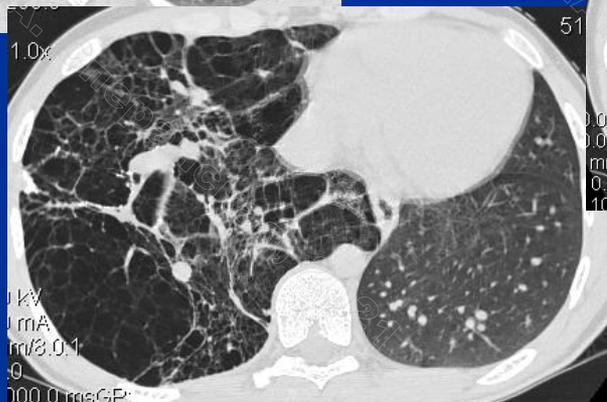
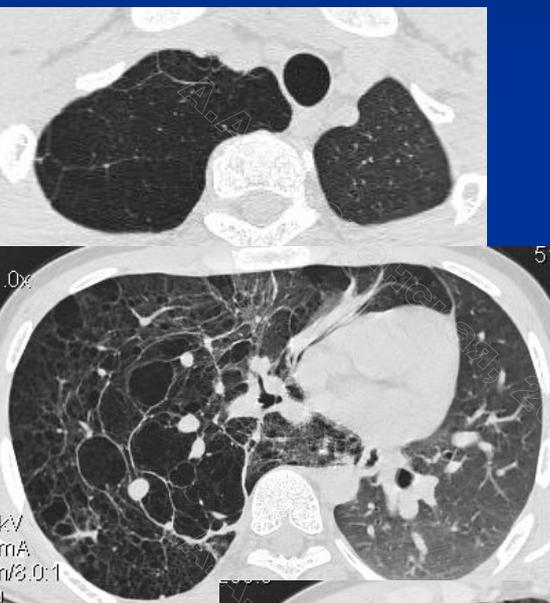
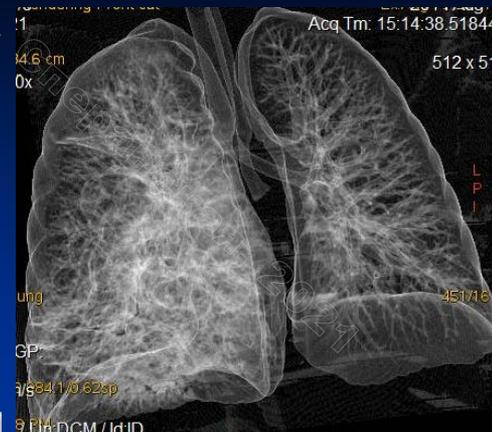
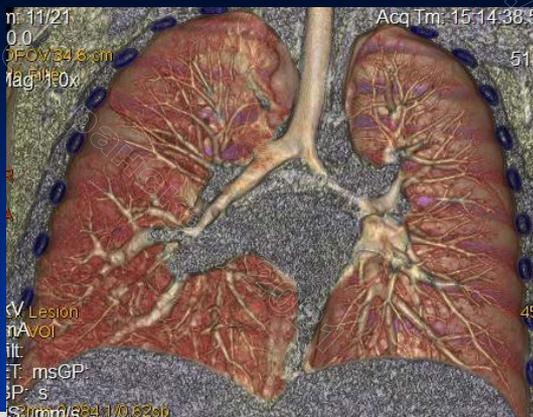
Лобарная эмфизема



18.08.2014 г.

27.08.2019 г.

Больной К., 2001 г.р. (18 л.)



Особенности лучевой картины аномалий развития легкого + COVID-19

- Инфильтрация не выявляется плохо на рентгенограммах
- Проявления деформирующего бронхита, бронхиальной обструкции, панлобулярной эмфиземы, облитерация сосудов
- Необходимо определять объем как проявлений вздутия легочной ткани, так и инфильтрации COVID-19 поражения легких, суммируя их (степень тяжести поражения у таких пациентов выше)

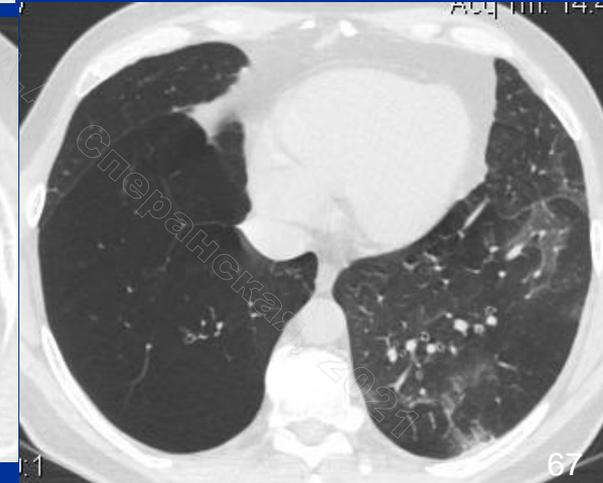
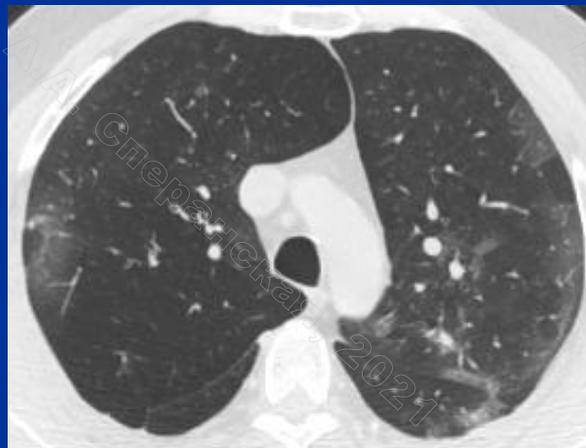
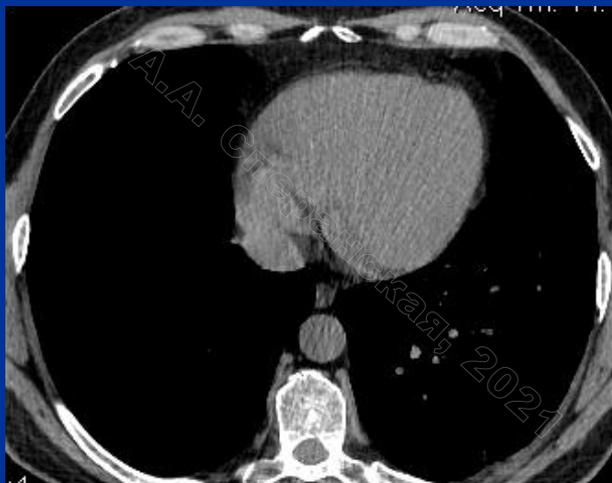
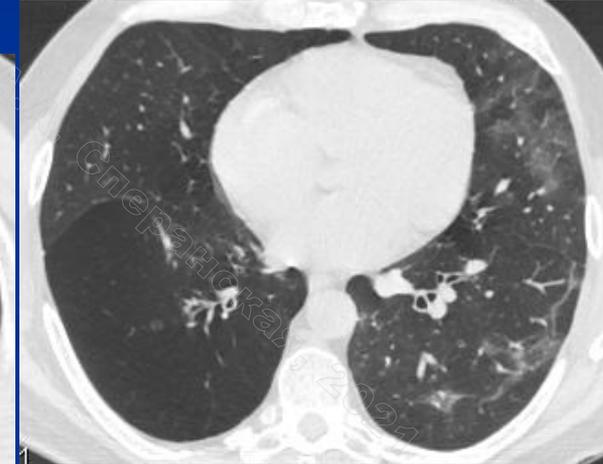
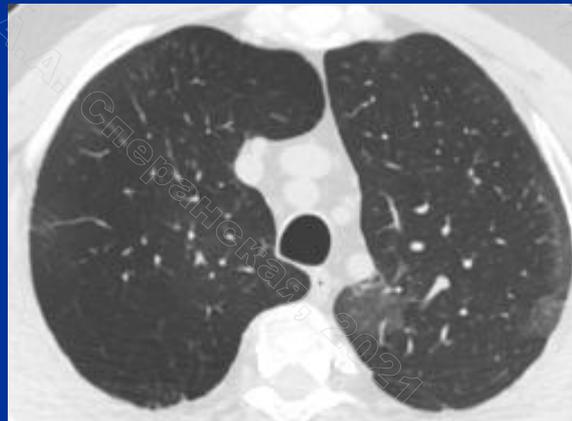
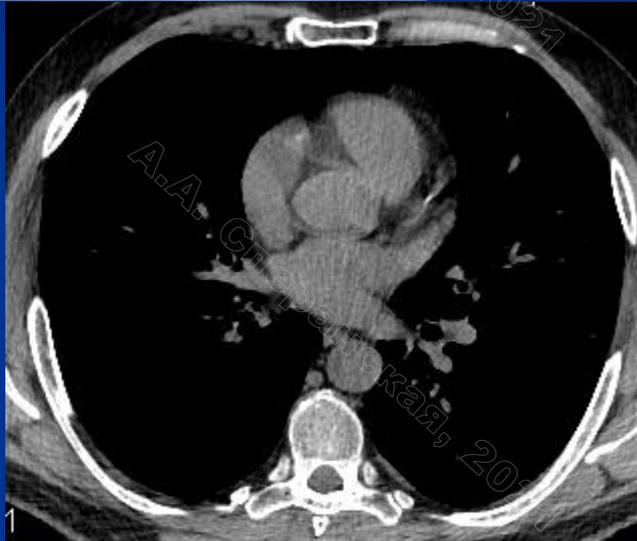
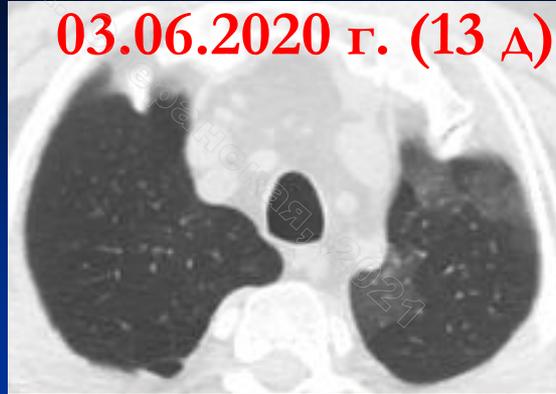
Больной П., 1965 г.р.,
МКБ-10: J12.9 Вирусная пневмония неуточненная
Считает себя больным с 22.05.2020, когда заметил
подъем температуры до 38.

В течение следующих дней температура
повысилась до 39,5 С, перестал помогать
парацетамол.

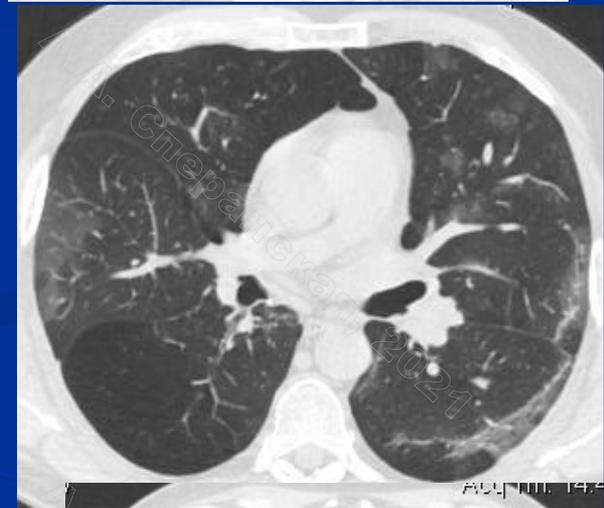
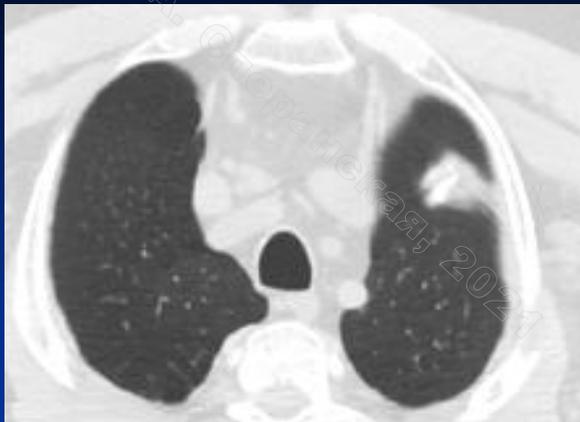
ЧДД: 18 в мин. O₂ sat: 96%

Больной П., 1965 г.р.

03.06.2020 г. (13 д)



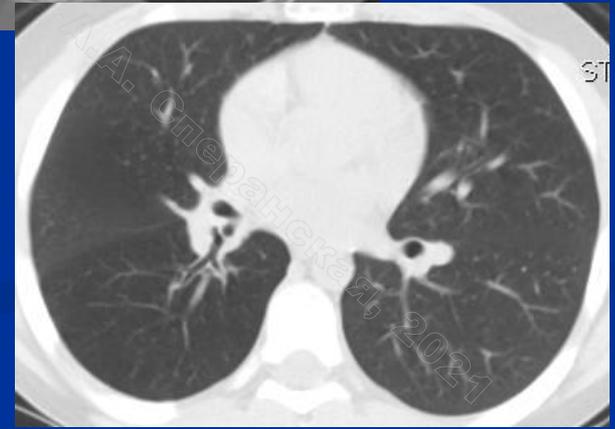
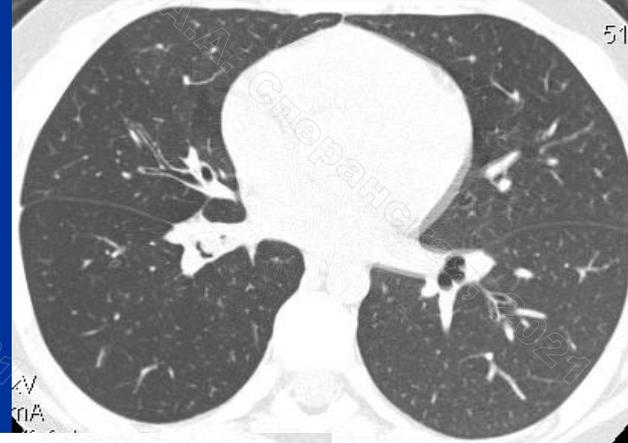
30.05.2020 г. (9 Д) Больной П., 1965 г.р. 03.06.2020 г. (13 Д)



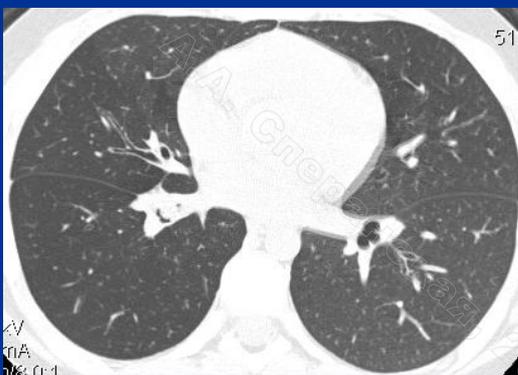
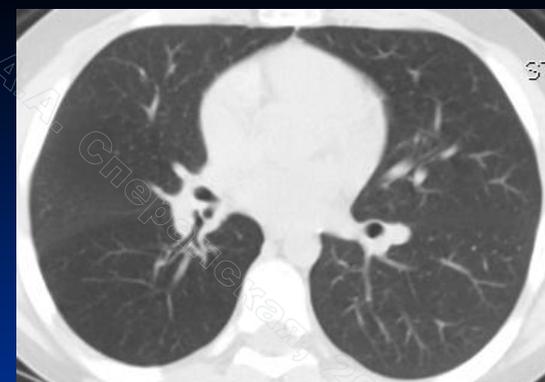
Инородные тела бронхов

- **Вздутие легочной ткани, вентилируемой обтурированным инородным телом бронхом при КТ-исследовании «на выдохе»**
- Неравномерность вентиляции легочной ткани
- Наличие двусторонних «воздушных ловушек» при проведении исследования «на выдохе»
- Утолщение стенок бронхов, наличие в просвете мокроты

Больной А., 12 л., 31.08.2015 г.



Больной А., 12 л.



17.02.2016 г.

31.08.2015 г.

Благодарю за внимание