

---

# Современные аспекты лучевой диагностики лимфопролиферативных заболеваний

---

Ипатов В.В.

# Нормальная анатомия и строение лимфатических узлов

Лимфатические узлы представляют собой анатомические образования округлой, овальной, бобовидной, реже лентовидной формы размерами от 0,5 до 50 мм и более. Располагаются они по ходу *лимфатических сосудов*, как правило, гроздьями до десяти штук, и *возле кровеносных сосудов*, чаще — возле крупных вен.

Абсолютных критериев нормальных размеров лимфатических узлов не существует.

По мнению различных авторов, средней границей нормы считается размер ЛУ до 1 см, за исключением паховых, для которых норма до 1,5 см.

Следует отметить, что в человеческом организме существует несколько специфических ЛУ, размеры которых превышают 10 мм, в том числе, югуло-дигастральный ЛУ (другое название – ЛУ Кютнера), расположенный в верхней трети шеи (его размеры часто достигают 30 мм в диаметре).

У большинства детей имеются мелкие пальпируемые ЛУ шейных, подмышечных и паховых групп, но как патологическое расценивается выявление задних околоушных, над- и подключичных групп

## Обследование больных с лимфомами включает в себя:

- Сбор анамнеза, клинические данные (наличие или отсутствие симптомов интоксикации), определение количества поражённых лимфатических узлов и лимфатических зон физикальными методами.
- Биопсию поражённого лимфатического узла (цитологическая и гистологическая верификация диагноза с обязательным установлением гистологического варианта лимфогранулематоза).
- Иммунофенотипирование.
- Общий анализ крови (СОЭ, лейкоциты, лейкоцитарная формула).
- Биохимический анализ крови (печёночные пробы, щелочная фосфатаза, ЛДГ, фибриноген, гаптоглобин).
- Трепанобиопсия костного мозга.
- **Лучевые методы диагностики**

# Методы лучевой диагностики поражения лимфатических узлов при злокачественных лимфомах

- Традиционная рентгенодиагностика
- Ультразвуковое исследование
- Магнитно-резонансная томография
- Рентгеновская компьютерная томография
- Радиоизотопная диагностика (ОФЭКТ, ПЭТ)



ПЭТ/КТ – «золотой стандарт» лучевого обследования больных при лимфомах

Трудности рентгенографии – невозможность непосредственной визуализации лимфатических узлов

Трудности УЗИ

- аппарато- и операторозависимость;
- визуализация глубоких лимфатических узлов;
- визуализация у тучных больных;
- генерализация и диффузный процесс

Трудности МРТ

- воспаление, некроз, фиброз
- остаточные изменения после терапии
- длительность исследования
- металлические протезы и имплантаты

Трудности КТ

- лимфатические узлы до 10 мм
- диффузный характер процесса
- характеристика остаточных изменений
- ранняя диагностика доклинических рецидивов

Трудности ОФЭКТ

- определение анатомической локализации
- неспецифическая активность радиофармпрепаратов

## Задачи компьютерной томографии при ПЭТ/КТ:

- Установление факта наличия лимфоаденопатии
- Определение размеров и плотности измененных лимфатических узлов
- Определение локализации и характер внутриорганных поражений
- Дифференциальная диагностика с другими заболеваниями

Основная трудность метода компьютерной томографии – невозможность выявить пораженные неувеличенные лимфатические узлы

## Задачи позитронно-эмиссионной томографии при ПЭТ/КТ:

- Установление наличия гиперметаболизма радиофармпрепарата
- Определение распространенности заболевания по наличию очагов гиперметаболизма радиофармпрепарата
- Дифференциальная диагностика с другими заболеваниями
- Определение совпадения гиперметаболических изменений с изменениями, выявленными при КТ



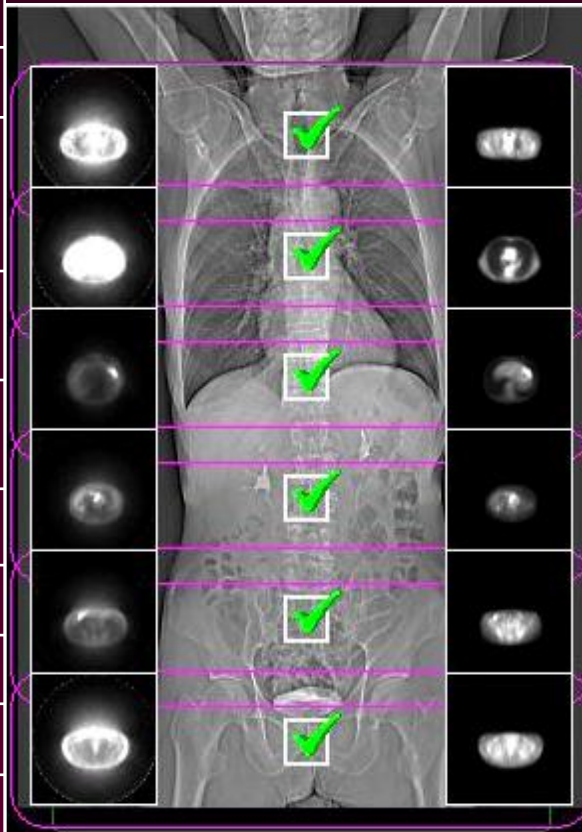
# МЕТОДИКА ПЭТ/КТ ТЕЛА

- Измерение уровня глюкозы в крови
- Введение РФП (18F-дезоксиглюкоза)→ покой в течение 60 минут
- Приём 300-500 мл воды для ускорения выведения радиофармпрепарата
- Опорожнение мочевого пузыря
- Проведение КТ-сканирования с болюсным контрастным усилением
- Проведение ПЭТ-сканирования на основе топограммы КТ
- Отсроченное повторное сканирование (спустя 2 часа)
- Совмещение данных ПЭТ и КТ в различном процентном соотношении
- При КТ – денситометрический анализ;  
при ПЭТ – полуколичественный анализ с подсчётом SUV

# СОВМЕЩЁННАЯ ПЭТ/КТ

## Параметры КТ-сканирования

Положение	На спине
Топограмма	756 мм
Неионный контрастный препарат	130 мл
Скорость введения	90 мл – 3.0 мл/с 40 мл – 1.5 мл/с
Задержка сканирования	30 секунд
Напряжение	130 кВ
Экспозиция	110-120 мАс
Толщина среза	5 мм
Шаг стола	8 мм
Алгоритм реконструкции	H40 medium



## Параметры ПЭТ-сканирования

Препарат	$^{18}\text{F}$ -ФДГ
Введенная доза	270-320 МБк
Число зон	5-6
Время сканирования каждой зоны	4 минуты
Алгоритм реконструкции	Итеративный
Общее время сканирования	20-24 минуты
<b>Общая лучевая нагрузка</b>	<b>12-13 мЗв</b>
<b>Общее время исследования</b>	<b>~ 30 минут</b>

## ПЭТ/КТ-семиотика поражения лимфатических узлов

**Изолированным** считается поражение одиночных, не связанных между собой лимфатических узлов.

Под **пакетом** понимают группу изолированных узлов, тесно соединяющихся между собой.

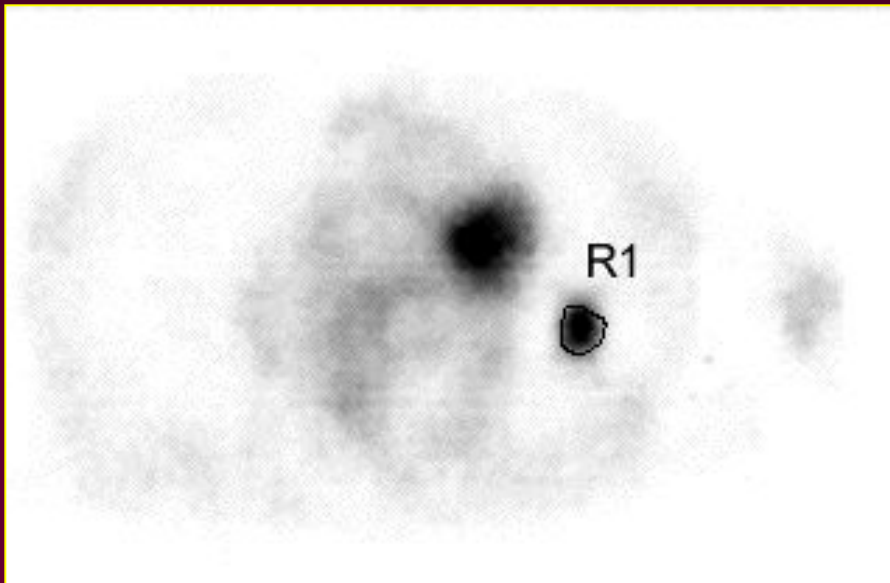
**Конгломератом** называют объединённые в одно целое лимфатические узлы с ровной или бугристой поверхностью, имеющие однородную плотность. Размеры конгломерата составляют от 50 мм. Он может включать с себя поражение перикарда, сальника, плевры. В отличие от пакета, при конгломерате невозможно определить чёткие границы отдельных узлов.

**Лимфоидным инфильтратом** считается распространение патологической ткани вдоль хода лимфатических сосудов и стволов с наличием нечётких краёв.

Пакеты и конгломераты при лимфомах имеют плотность 35-48 НУ. При диффузном поражении плотность становится пониженной (24-32 НУ) и неоднородной. Наличие расширенных лимфатических стволов и сосудов следует расценивать, как поражение опухолью.

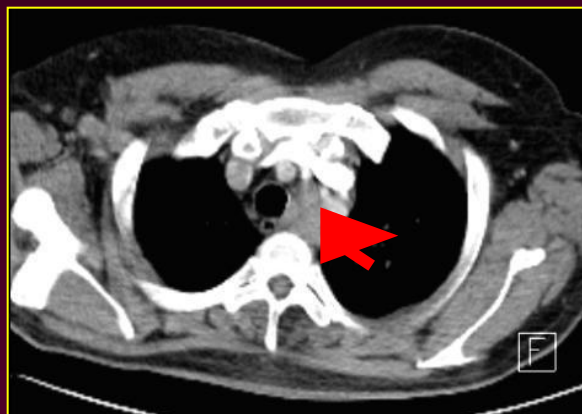
# Стандартизированный уровень захвата (Standard uptake value, SUV)

$$\text{SUV} = \frac{\text{Концентрация активности в ткани [Bq/g]}}{\text{Введенная доза [Bq] / поверхность тела [m}^2\text{]}}$$

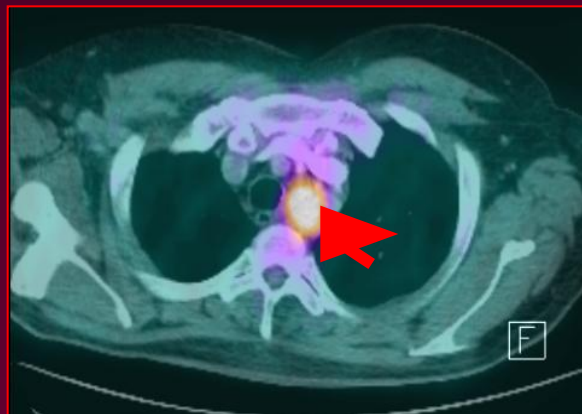
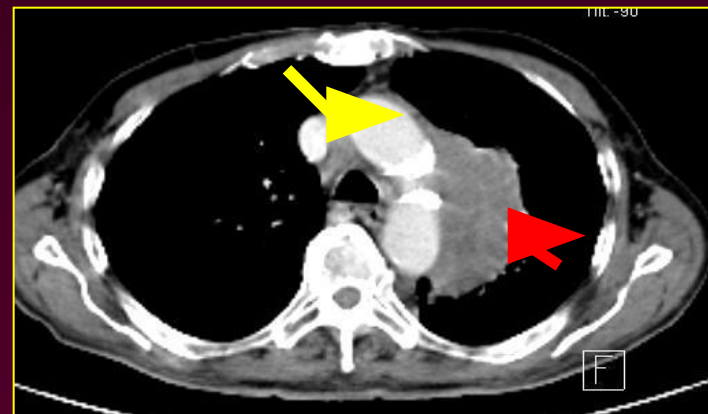


# ПЭТ/КТ-семиотика поражения при лимфомах

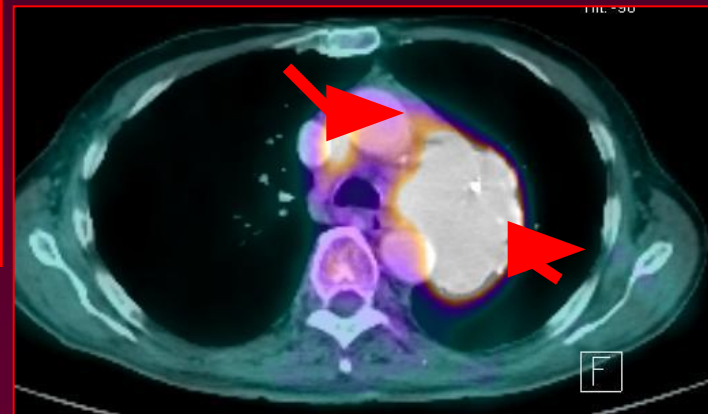
## Лимфатические узлы



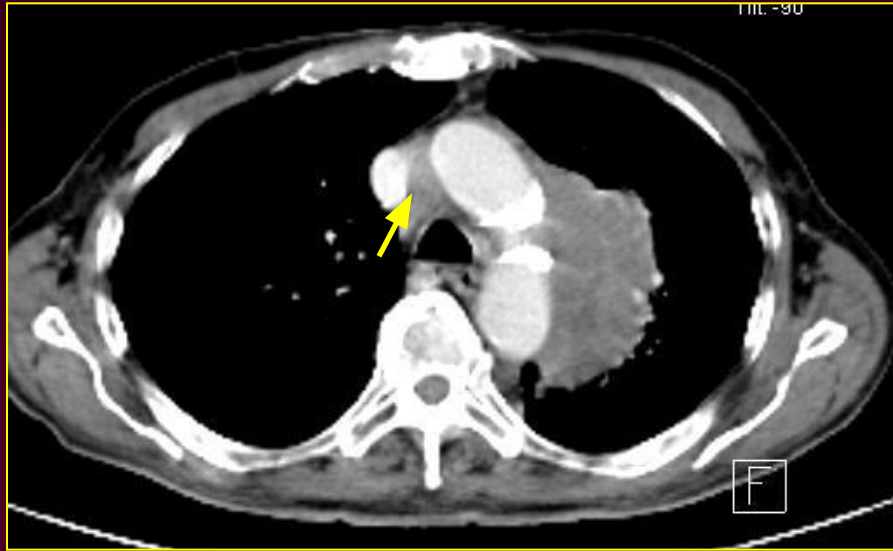
- увеличение размеров
- изменение контуров
- слияние в пакеты и конгломераты
- понижение плотности в зоне поражения



- повышение метаболизма ФДГ
- нечёткость контуров и неоднородность распределения ФДГ

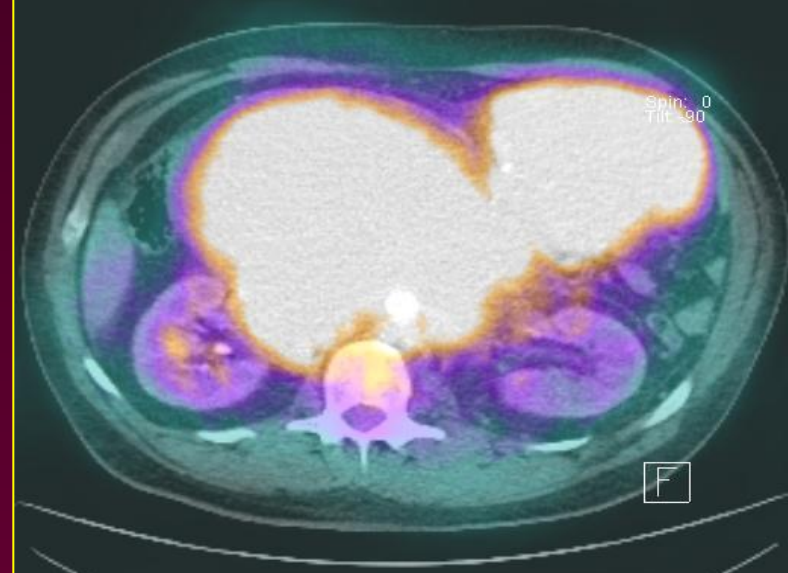
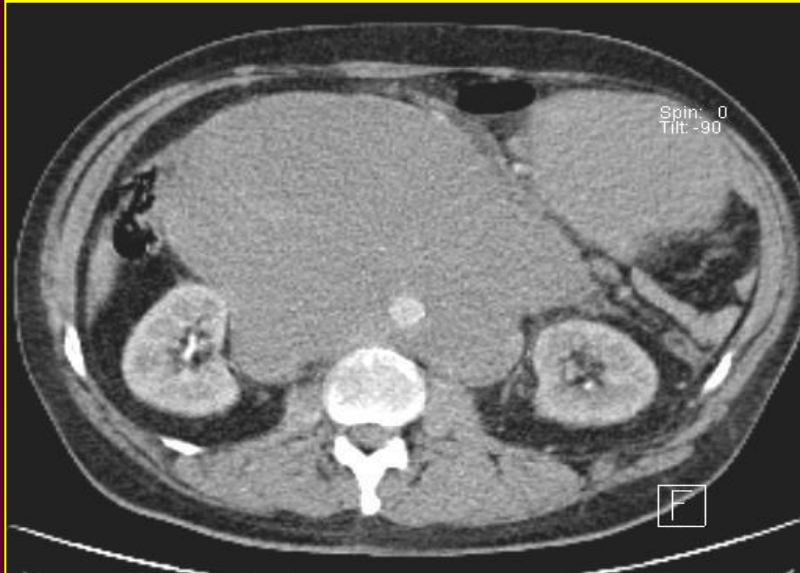
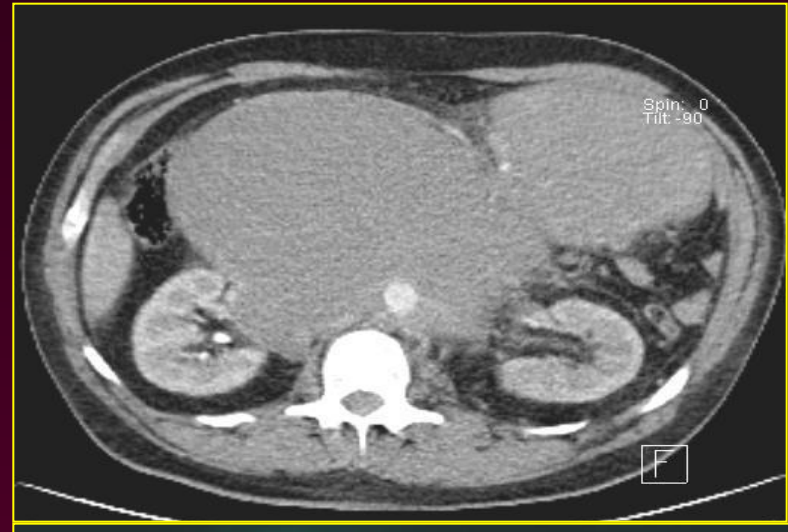
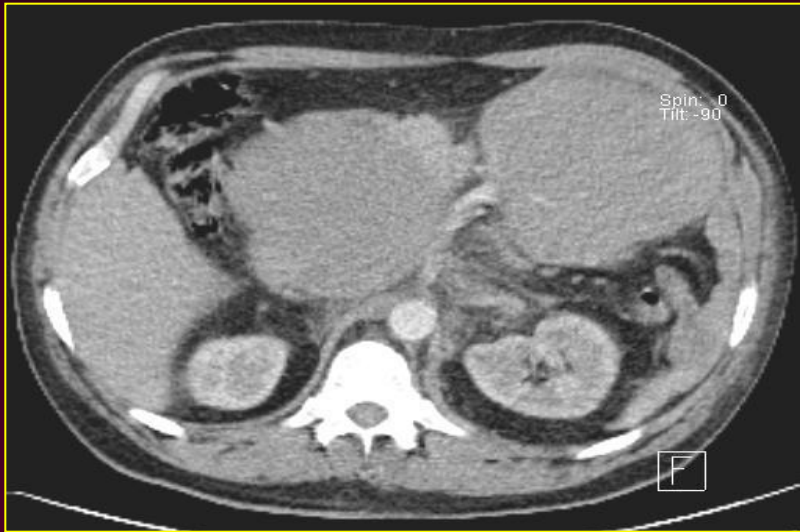


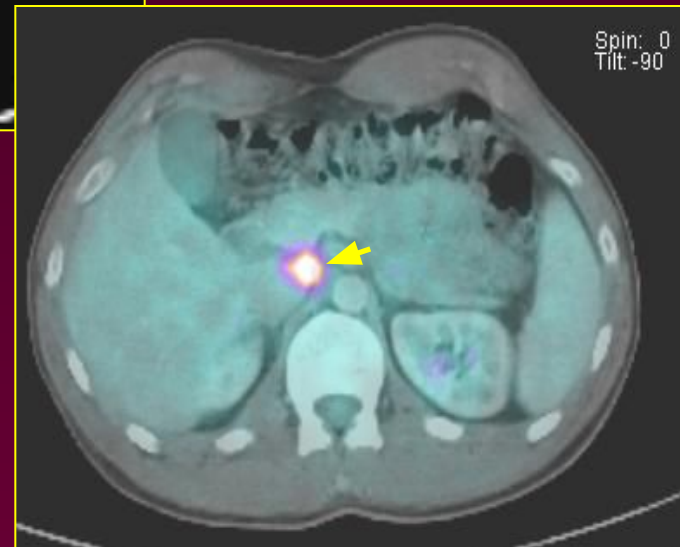
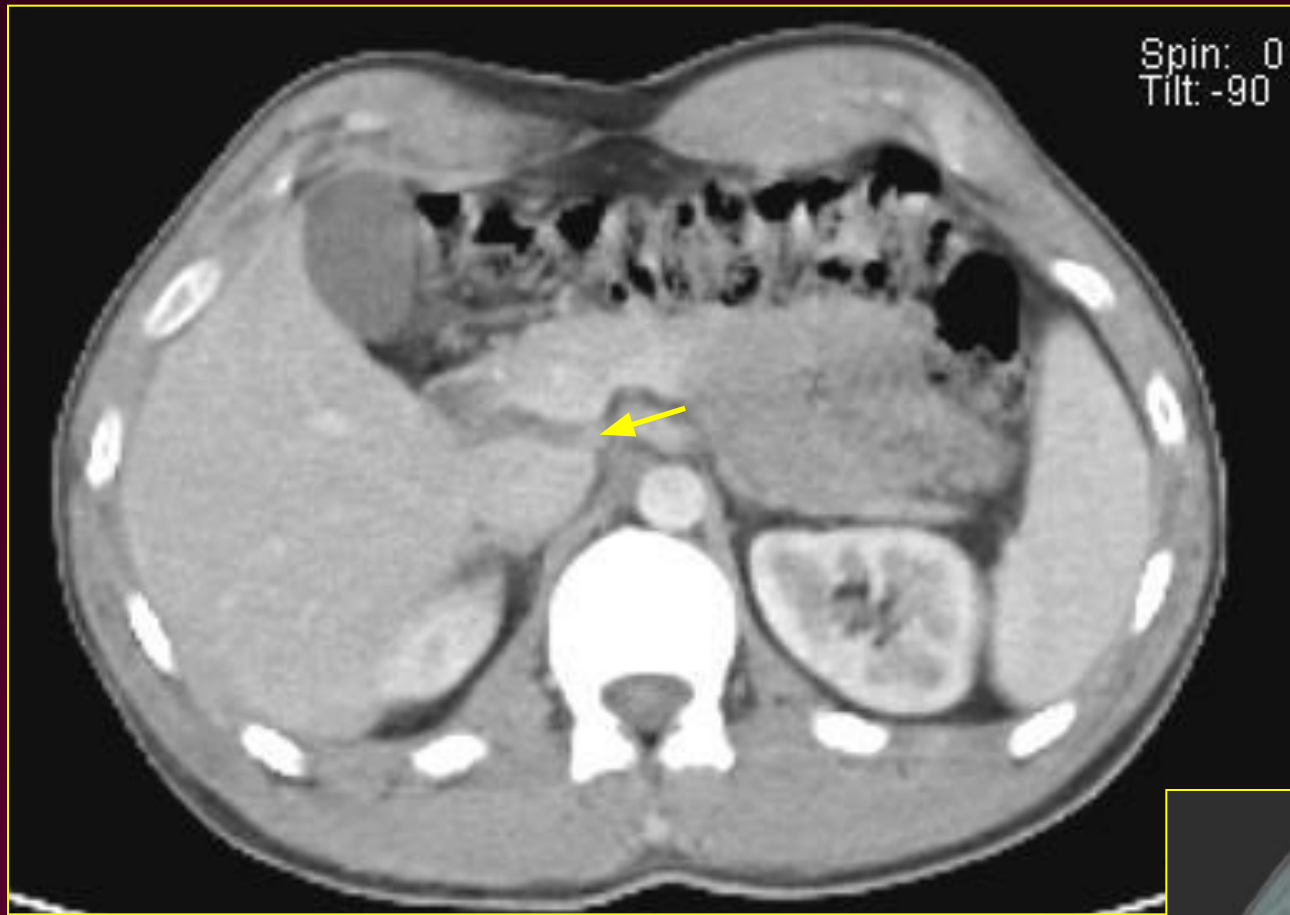
# Лимфома Ходжкина



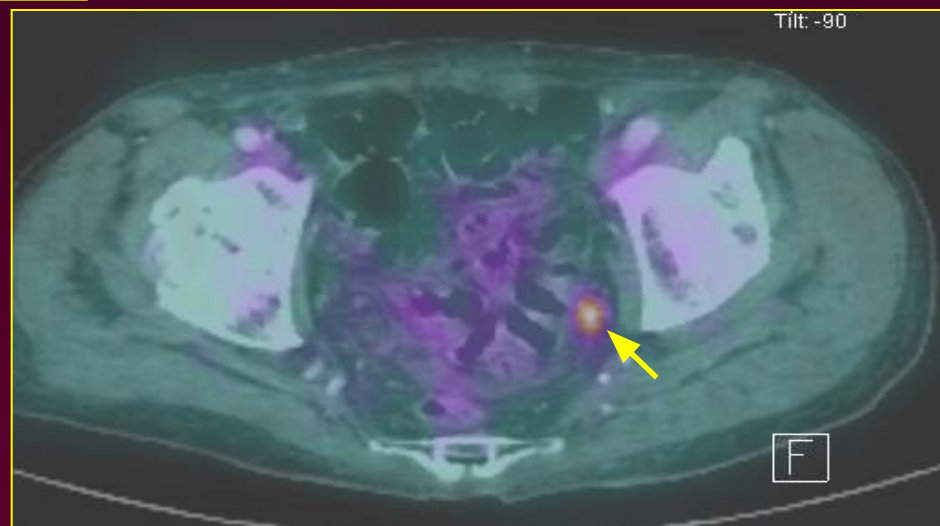
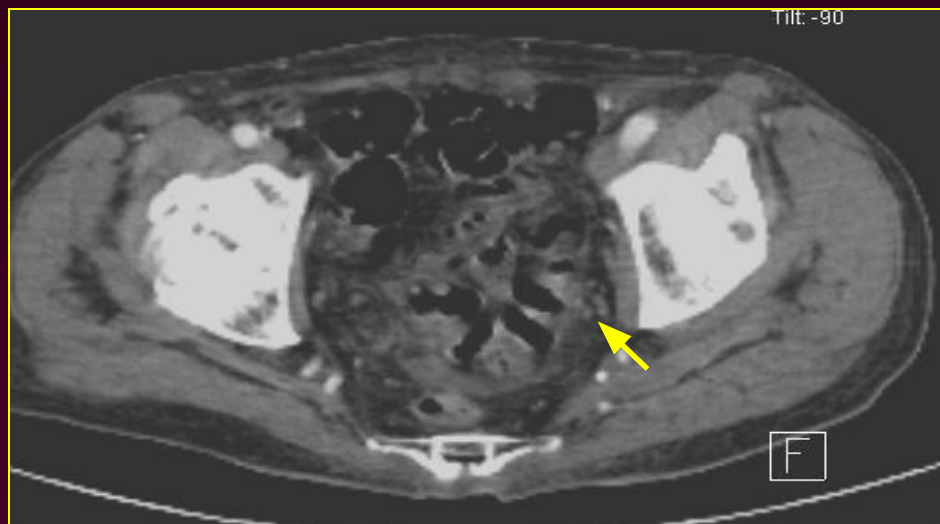
При КТ выявлено увеличение лимфатического узла паратрахеальной группы в области дуги аорты размерами 1,8x1,4 см (стрелка) и объёмное образование мягкой неоднородной диффузно сниженной плотности, прилежащее к главному и верхнедолевому бронхам, а также к дуге аорты. При ПЭТ/КТ определяется гиперметаболизм ФДГ в данном конгломерате лимфатических узлов (SUV до 9,4 ед.) и увеличенном лимфатическом узле паратрахеальной группы (SUV до 5,2).

# Неходжкинская В-клеточная лимфома.



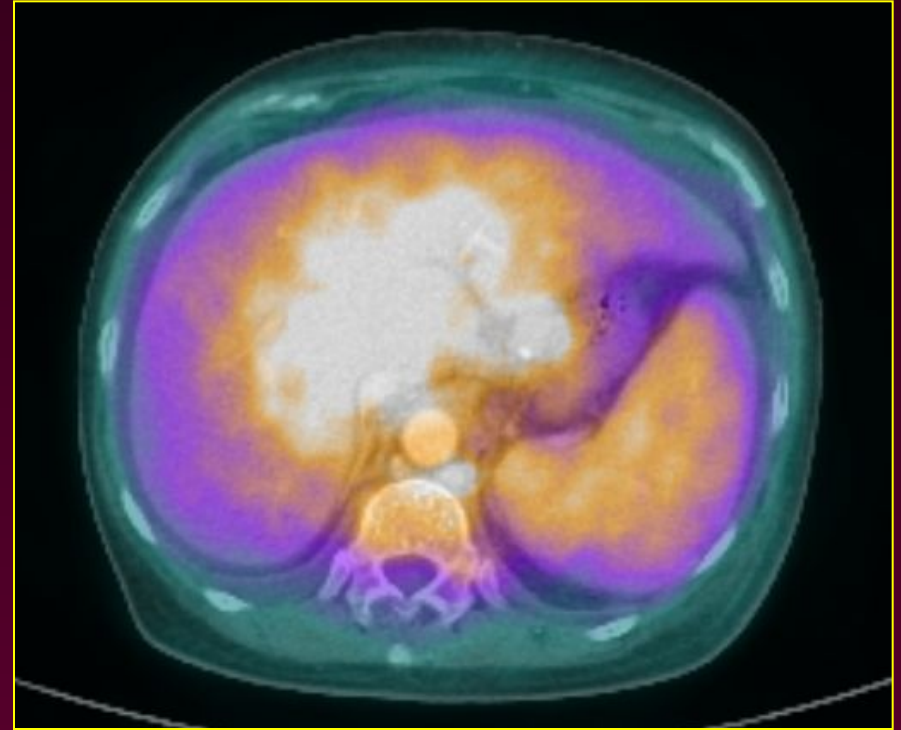






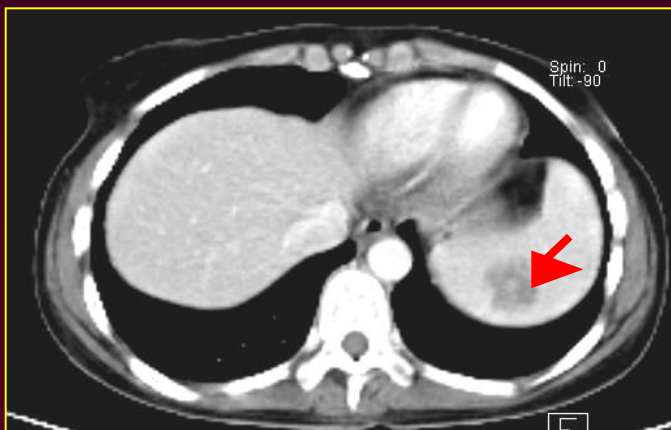
При КТ достоверных патологических изменений в подвздошных лимфатических узлах не определяется. При совмещённой ПЭТ/КТ визуализируется повышение метаболизма ФДГ в единичном лимфатическом узле подвздошной группы

# Лимфома Ходжкина. Поражение печени

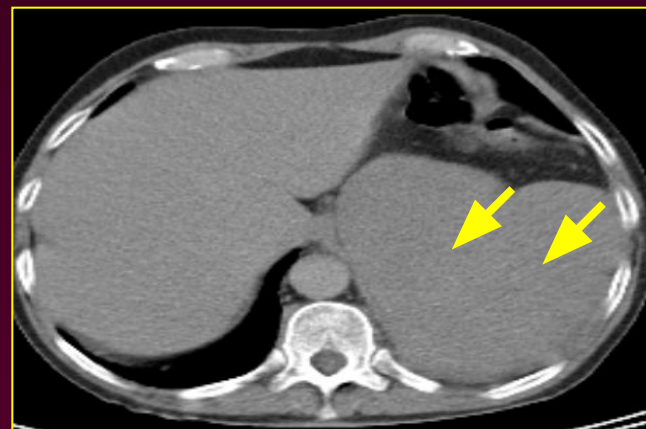


При компьютерной томографии отмечается диффузное снижение плотности печени, при этом злокачественный процесс изоденсен паренхиме печени. При совмещённой ПЭТ-КТ определяется гиперфиксация радиофармпрепарата в ткани печени и селезёнке.

# ПЭТ/КТ-семиотика поражения селезенки

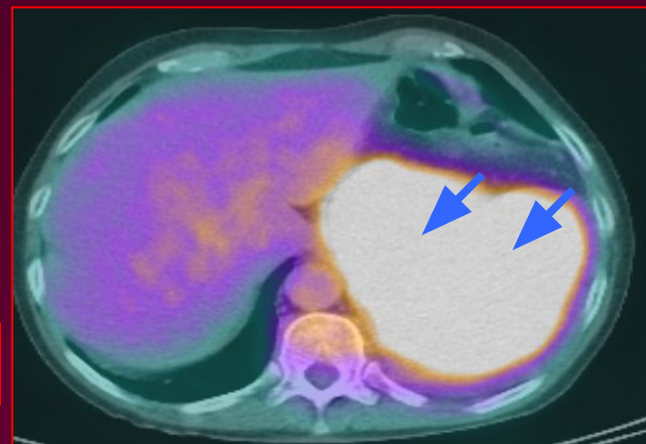


- спленомегалия
- изменение контуров
- понижение плотности в зоне поражения
- повышение метаболизма ФДГ

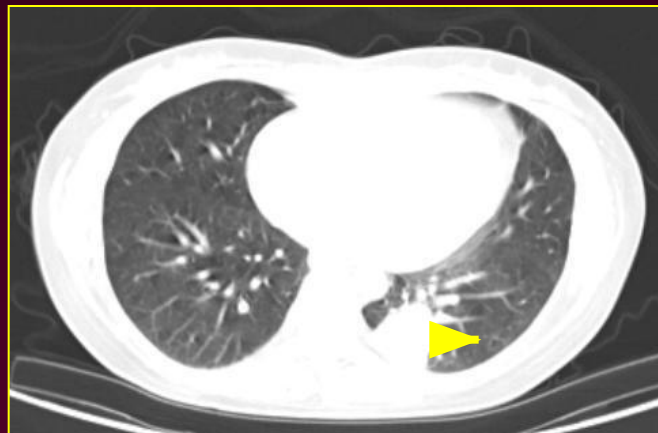


Очаговое

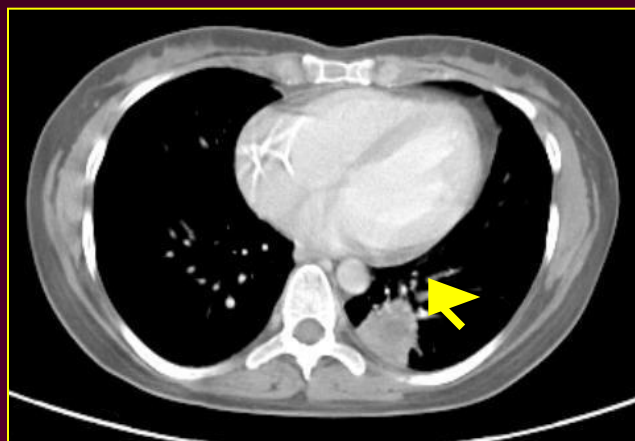
Диффузное



# ПЭТ/КТ-семиотика поражения лёгких

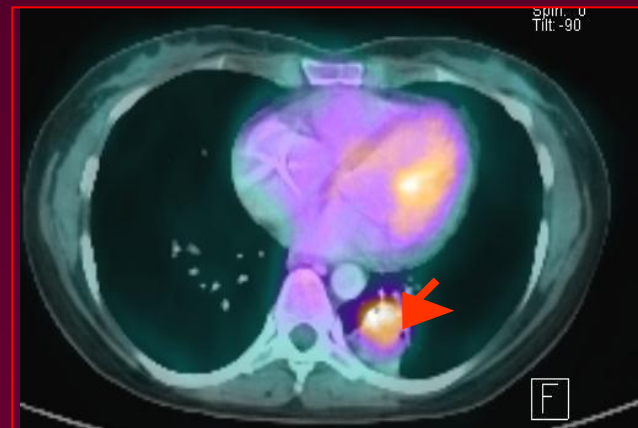


Наличие объёмных образований

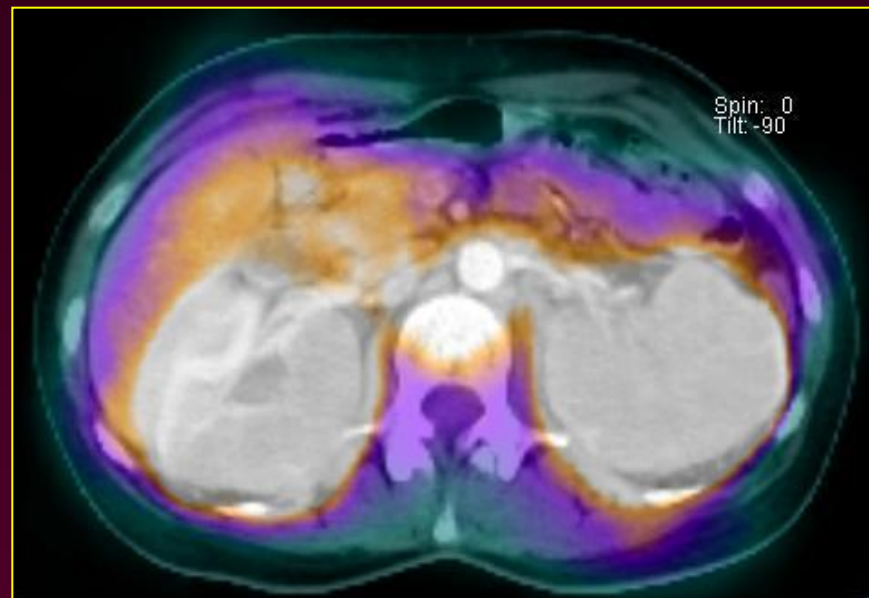


Усиление лёгочного рисунка

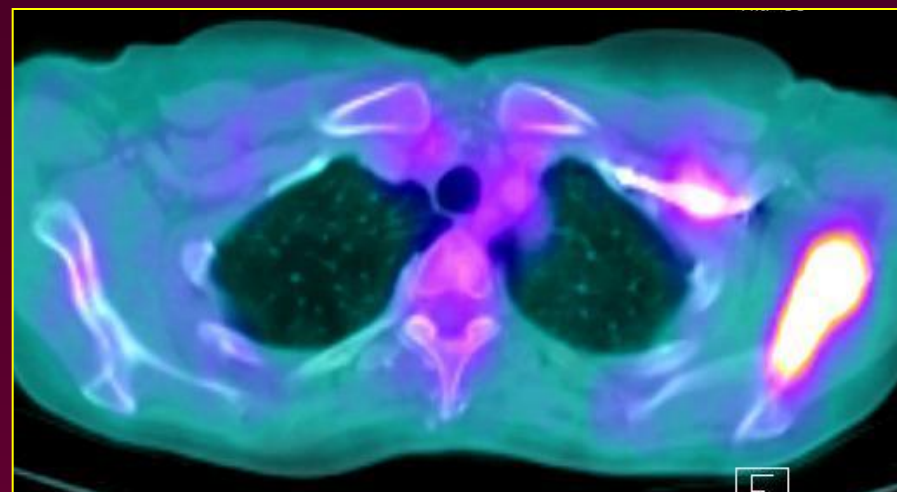
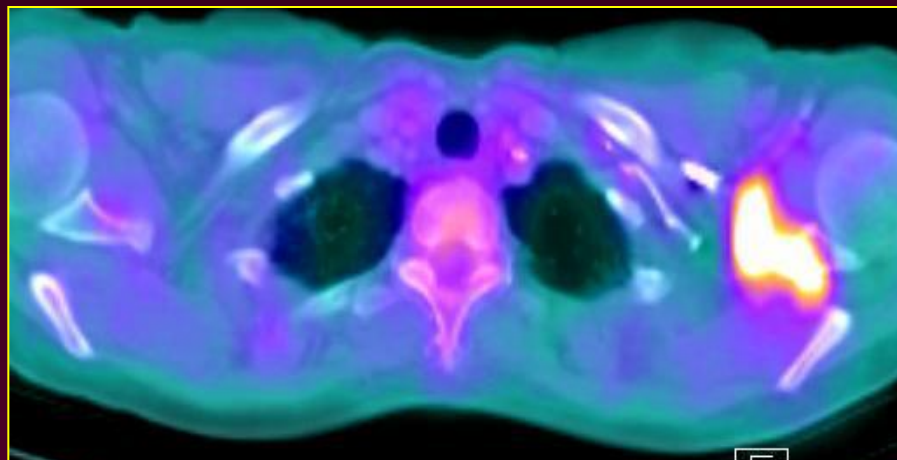
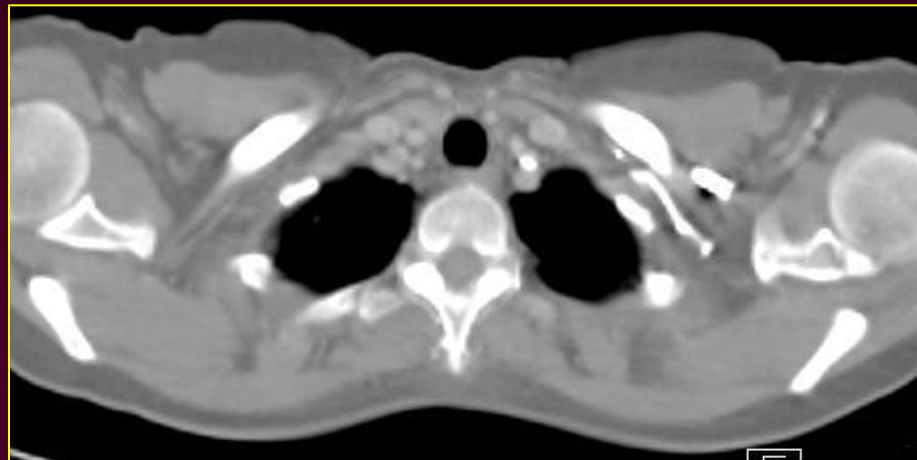
Повышение метаболизма ФДГ

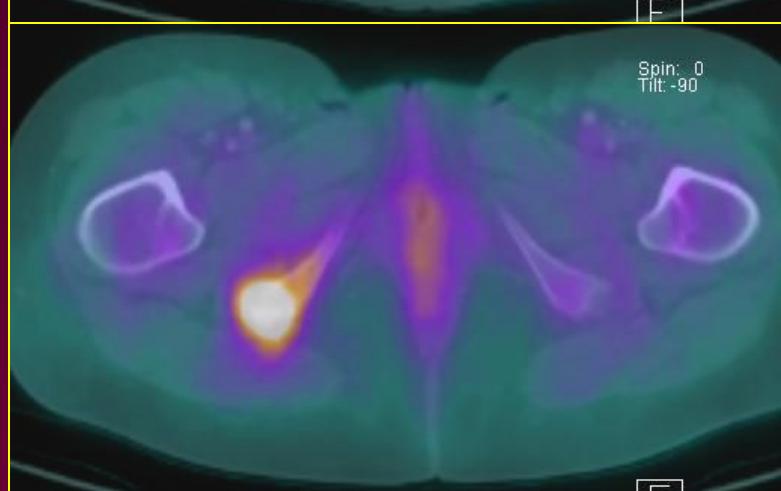
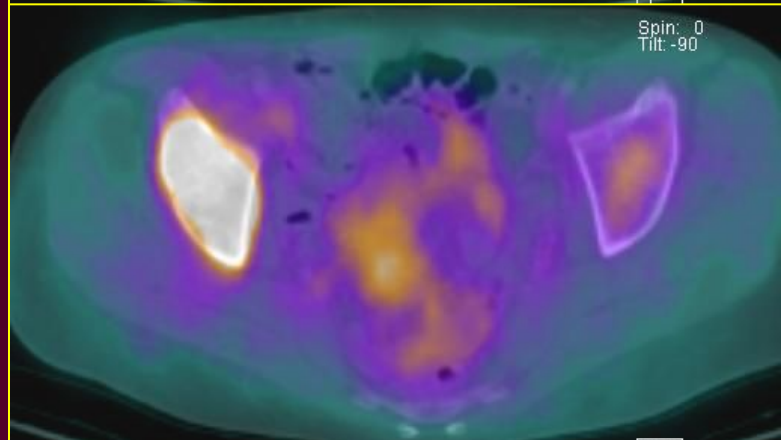
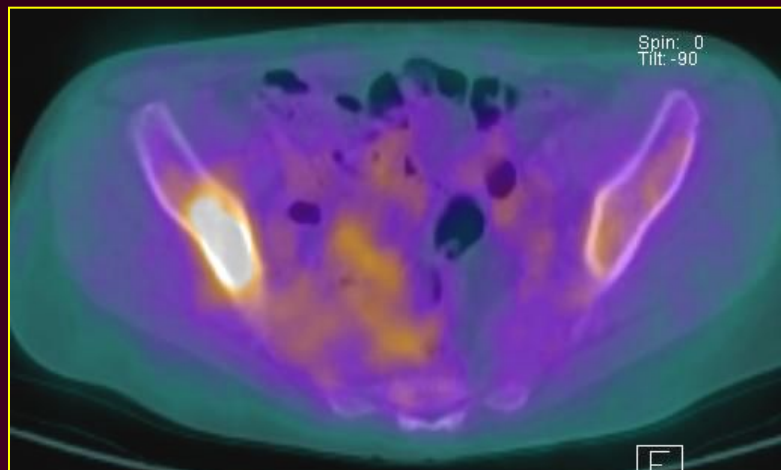
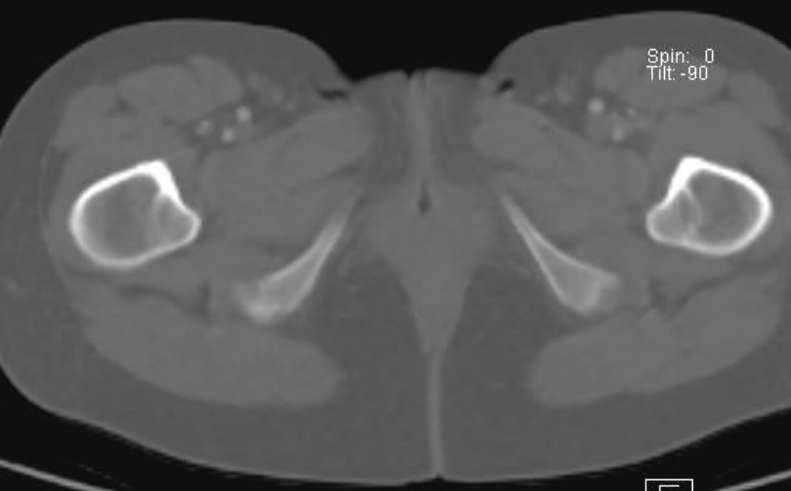
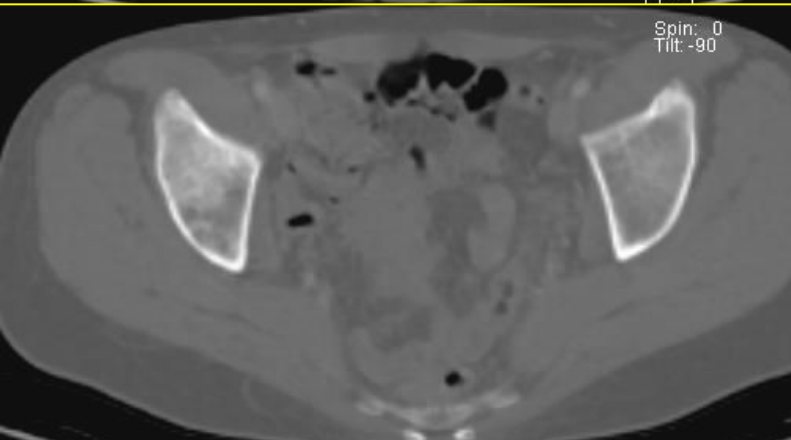
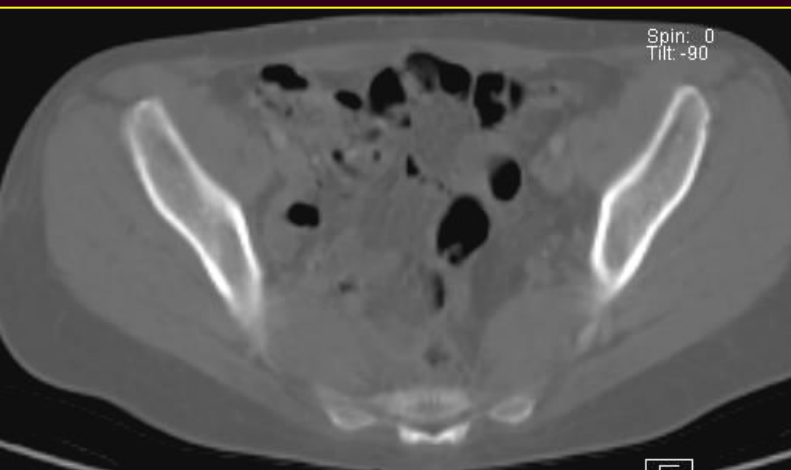


# Неходжкинская лимфома. Поражение почек



# Неходжкинская лимфома. Поражение костей



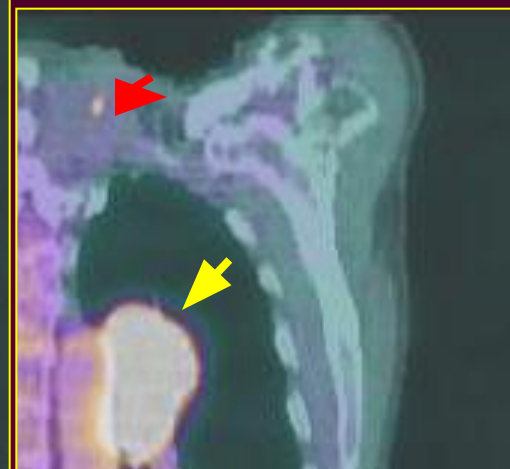
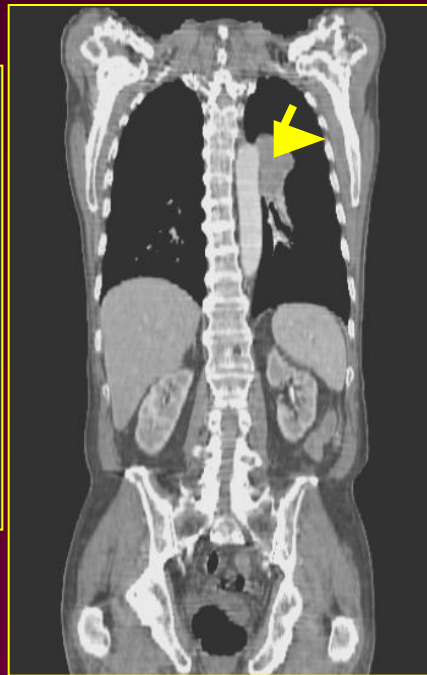
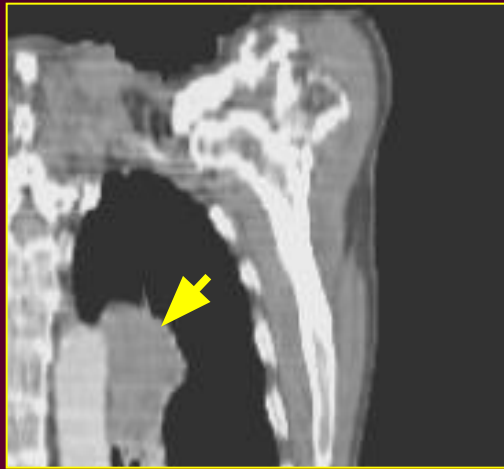


# Стадирование лимфом

(Ann Arbor, 1971, модификация Costwolds, 1989)

**Стадия I** – поражение одной лимфатической зоны или одного лимфоидного органа или одного нелимфоидного органа (IE).

**Стадия II** – поражение двух и более лимфатических зон с одной стороны диафрагмы; локализованное поражение только одного нелимфоидного органа или ткани по протяжению с одной стороны диафрагмы (IIE) ;





# Стадирование лимфом

(Ann Arbor, 1971, модификация Costwolds, 1989)

**Стадия III** – поражение лимфатических зон с обеих сторон диафрагмы (IIIЕ), которое может сопровождаться поражением селезенки (IIIS) или локальным поражением по протяжению только одного нелимфоидного органа/ткани или и того и другого (IIISE).

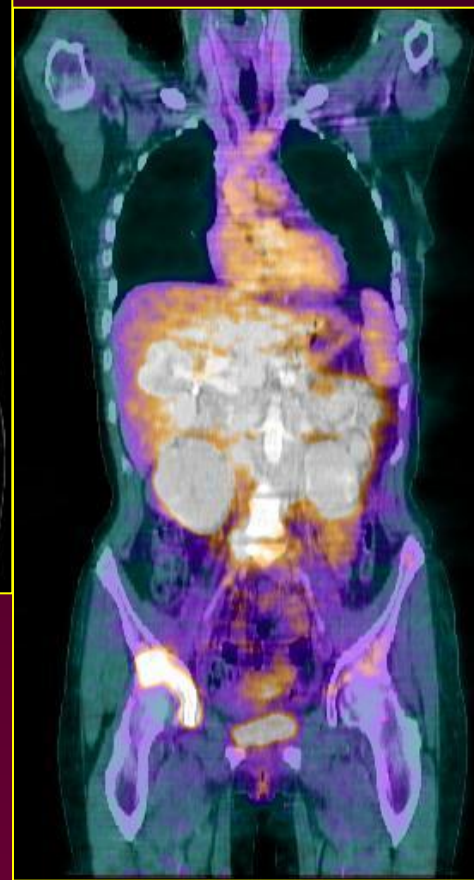
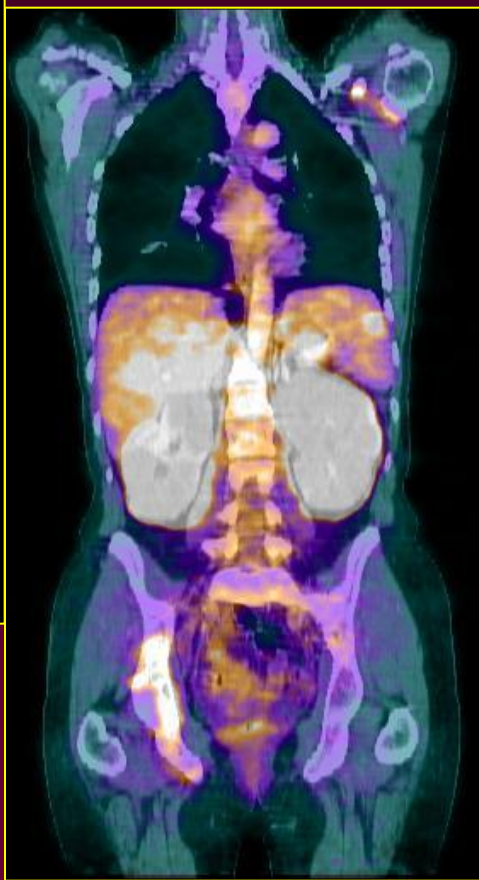


# Стадирование лимфом

(Ann Arbor, 1971, модификация Costwolds, 1989)

**Стадия IV** – диффузное или диссеминированное поражение одного или более внелимфатических органов или тканей с поражением лимфатических узлов или без него. Диффузное или диссеминированное поражение селезёнки не относится к стадии IV.

# Неходжкинская лимфома. Оценка распространенности процесса



# Стадирование лимфом

Дополнительно к стадии указывают следующие обозначения:

**A** – отсутствие общей симптоматики.

**B** – лихорадка выше  $38^{\circ}\text{C}$ , ночные поты, необъяснимая потеря более 10% веса за 6 месяцев.

**X** – большой очаг опухоли (горизонтальный размер опухоли в средостении на рентгеновском снимке в прямой проекции составляет более  $1/3$  диаметра грудной клетки; наличие конгломератов лимфатических узлов размерами более 10 см).

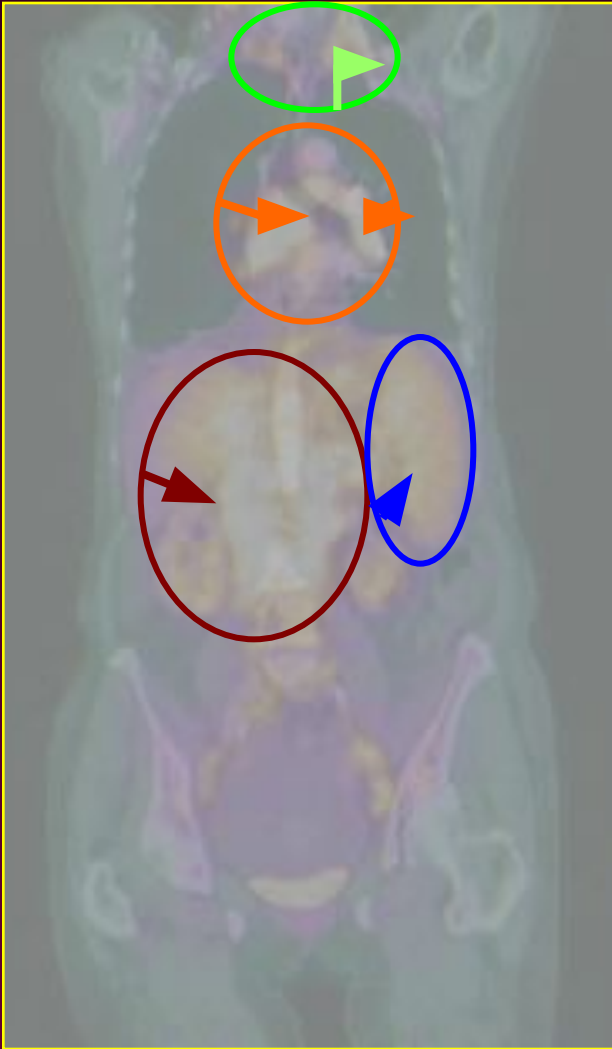
**E** – поражение одного нелимфоидного органа или ткани.

При **оценке эффективности лечения** в случае благоприятного течения во внутренних органах и лимфатических узлах определяется уменьшение или полное исчезновение лимфоидных образований. При прогрессировании же заболевания происходит увеличение печени, селезёнки, лимфатических узлов, появление диссеминации в новых группах лимфатических узлов, органах и тканях, изменения плотностных характеристик.

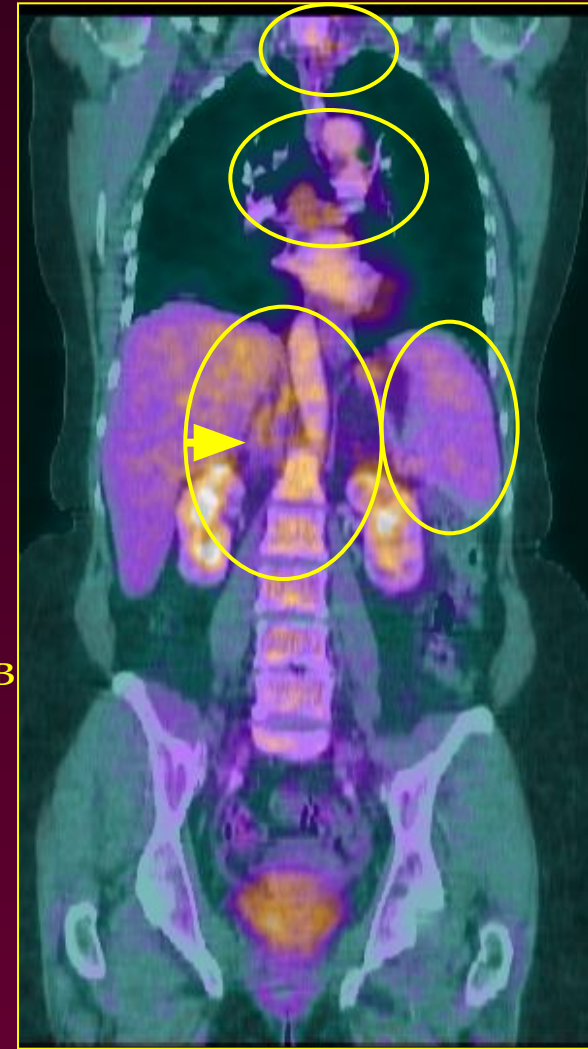
# КОНТРОЛЬ ЛЕЧЕНИЯ ЛИМФОМ

## Ремиссия

- уменьшение размеров лимфатических узлов и опухолевых образований до нормальных
- уменьшение суммарного объёма узлов более чем на 75%
- нормализация размеров селезёнки и внелимфатических органов
- изометаболическая картина метаболизма ФДГ



До лечения



После лечения

# КОНТРОЛЬ ЛЕЧЕНИЯ ЛИМФОМ

## Частичная ремиссия

- уменьшение суммарного объёма шести наибольших лимфатических узлов или конгломератов более чем на 50%

- переход конгломерата или пакета в изолированную форму без вовлечения новых групп узлов

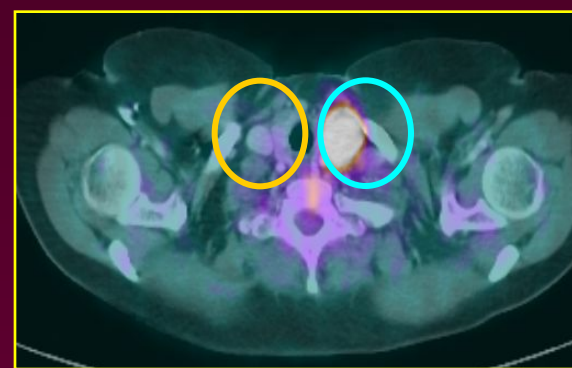
- отсутствие поражения других групп лимфатических узлов, селезёнки и печени

- регрессия очаговых изменений в селезёнке и печени от 50%

- изменение метаболизма ФДГ с диффузного на очаговый; снижение интенсивности метаболизма ФДГ в зоне поражения

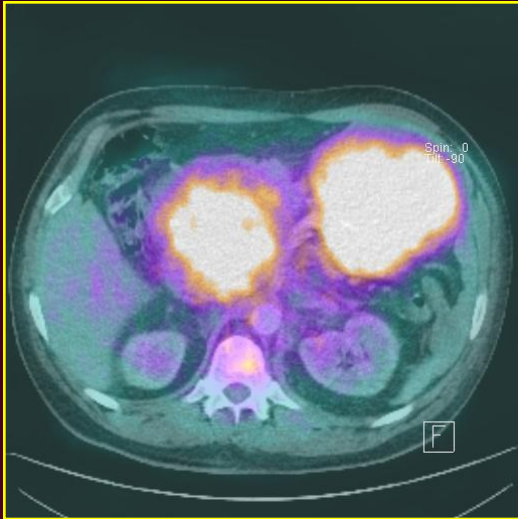


**До лечения**



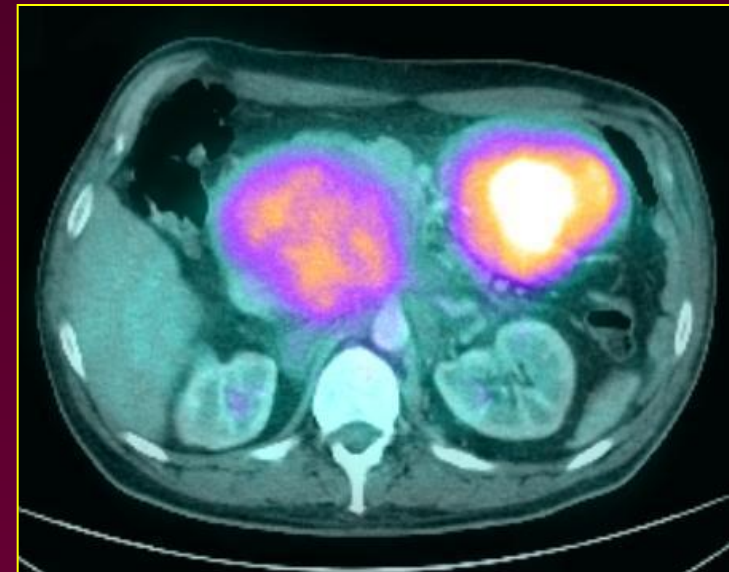
**После лечения**

# КОНТРОЛЬ ЛЕЧЕНИЯ ЛИМФОМ



## Стабилизация заболевания

- отсутствие поражения других групп лимфатических узлов, селезёнки и печени;
  - уменьшение суммарного объёма шести наибольших по размеру лимфатических узлов или конгломератов менее чем на 50%;
  - регрессия очаговых изменений в селезёнке и печени менее чем на 50% суммарного объёма;
- 
- изменение характера накопления радиофармпрепарата с диффузного на очаговый; незначительное снижение интенсивности метаболизма ФДГ по сравнению с предыдущим исследованием с уменьшением значения SUV в поражённых лимфатических узлах и внелимфатических органах;
  - отсутствие изменения картины метаболизма ФДГ по сравнению с предыдущим исследованием при условии морфологической картины стабилизации процесса





# КОНТРОЛЬ ЛЕЧЕНИЯ ЛИМФОМ

## Прогрессирование заболевания

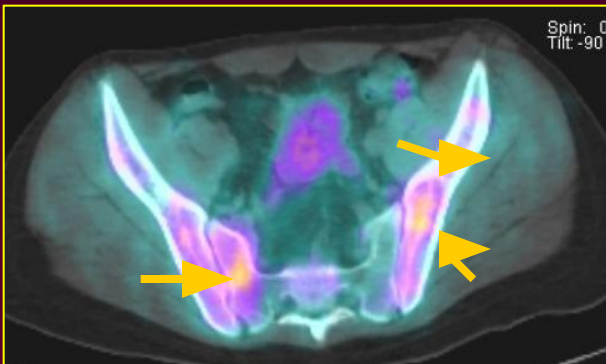
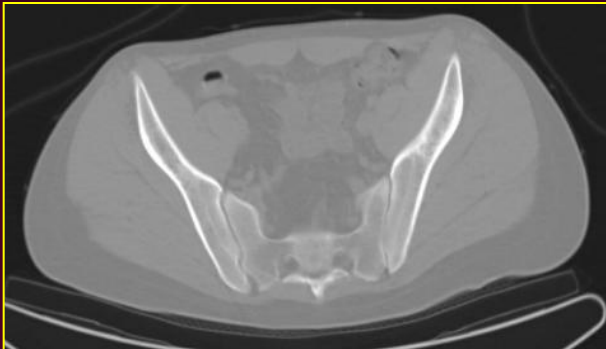
- увеличение более чем на 50% суммарного объёма ранее выявленного поражённого лимфатического узла при частичной ремиссии или у не ответивших на лечение пациентов

- переход изолированной формы поражения в пакет и конгломерат, образование лимфоидного инфильтрата

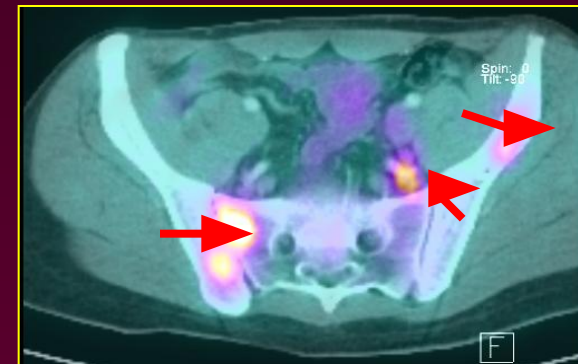
- снижение средней плотности и появление неоднородности структуры в увеличенных селезёнке и печени

- увеличение зоны метаболизма ФДГ с повышением SUV или диффузный характер накопления

- поражение двух и более внелимфатических органов



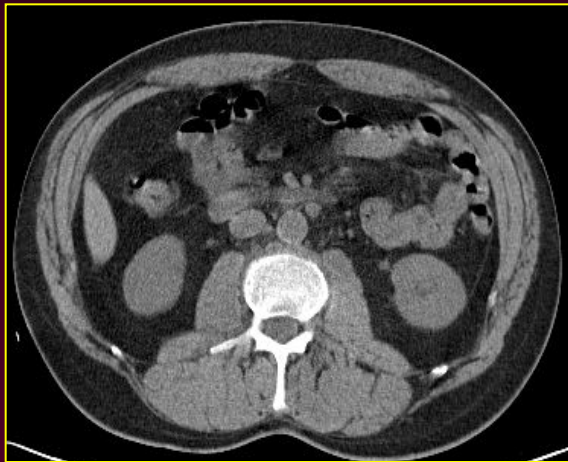
До лечения



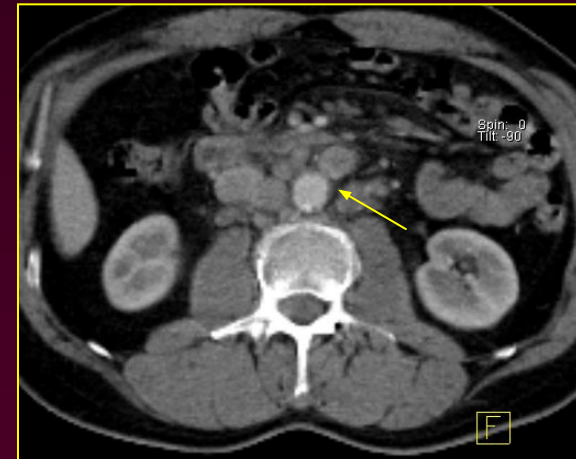
После лечения

# КОНТРОЛЬ ЛЕЧЕНИЯ ЛИМФОМ

## Рецидив



- выявление нового поражения или увеличение размеров ранее поражённых областей более чем на 50% при наличии положительной динамики от проводимой терапии



- увеличение наибольшего диаметра любого ранее поражённого лимфатического узла с размерами свыше 1 см по короткой оси более чем на 50%



- увеличение суммарного объёма более одного лимфатического узла свыше 50%



- повышение интенсивности накопления радиофармпрепарата в ранее поражённых лимфатических узлах и органах

**После  
химиотерапии**

**Динамическое  
наблюдение**

# КОНТРОЛЬ ЛЕЧЕНИЯ ЛИМФОМ

## Оценка изменения метаболизма радиофармпрепарата по критериям Deauville

- 1 балл – накопление радиофармпрепарата отсутствует**
- 2 балла – накопление в очагах меньшей интенсивности, чем в средостении**
- 3 балла – накопление в очагах большей интенсивности, чем в средостении, но меньшей, чем в печени**
- 4 балла – накопление в очагах выше, чем в печени**
- 5 баллов – накопление в очагах значительно (в 2-3 раза и более) превышает уровень метаболизм в печени**

## Затруднения и ошибки в интерпретации данных ПЭТ/КТ:

- наличие сопутствующей метаболически активной лимфоаденопатии воспалительного или реактивного характера
- гиперфиксация радиофармпрепарата по типу «остаточного захвата»
- подозрение на наличие пораженных лимфатических узлов без метаболической активности
- затрудненная дифференцировка анатомических структур в зоне поражения

# Ультразвуковое обследование

Рекомендуется проводить с целью уточнения характера выявленных при ПЭТ/КТ изменений

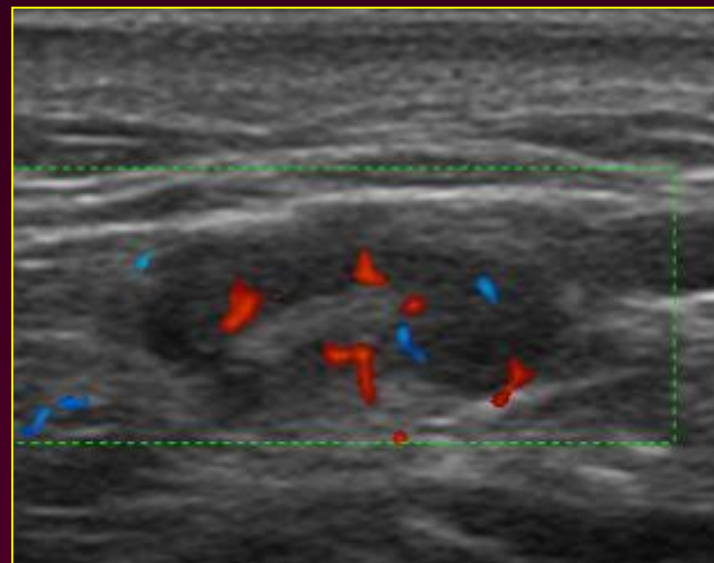
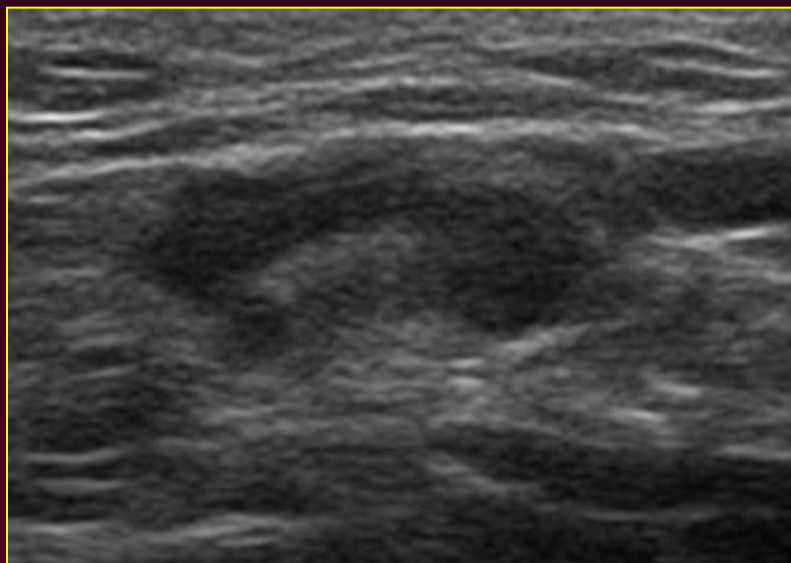
1. Лимфатические узлы поверхностных групп (околоушная, поднижнечелюстная, шейная, подмышечная, паховая область)
1. Паренхиматозные органы брюшной полости и забрюшинного пространства
1. Наличие незначительно увеличенных (0,8-1,5 см) лимфатических узлов, уровень захвата РФП 3,0-5,0
1. Наличие предпосылок к реактивным или воспалительным изменениям лимфатических узлов
1. Наличие изменений в органах брюшной полости и забрюшинного пространства, требующих детальной визуализации структуры

УЗИ – единственный метод визуализации внутренней структуры лимфатических узлов

# Ультразвуковое обследование

1. Линейный или конвексный датчик с частотой 5,0 – 10,0 МГц
1. Режим доплеровского картирования
1. Оценка формы лимфатического узла, соотношения осей, формы и ширины ворот, толщины коры, эхоструктуры, характера васкуляризации
1. Исследование в режиме эластографии и режиме псевдоокрашивания
1. При исследовании паренхиматозных органов – оценка формы, эхоструктуры, васкуляризации
1. Сопоставление полученных данных с результатами ПЭТ/КТ

# Эхографическая картина различных типов лимфатических узлов



Лимфатический узел в норме



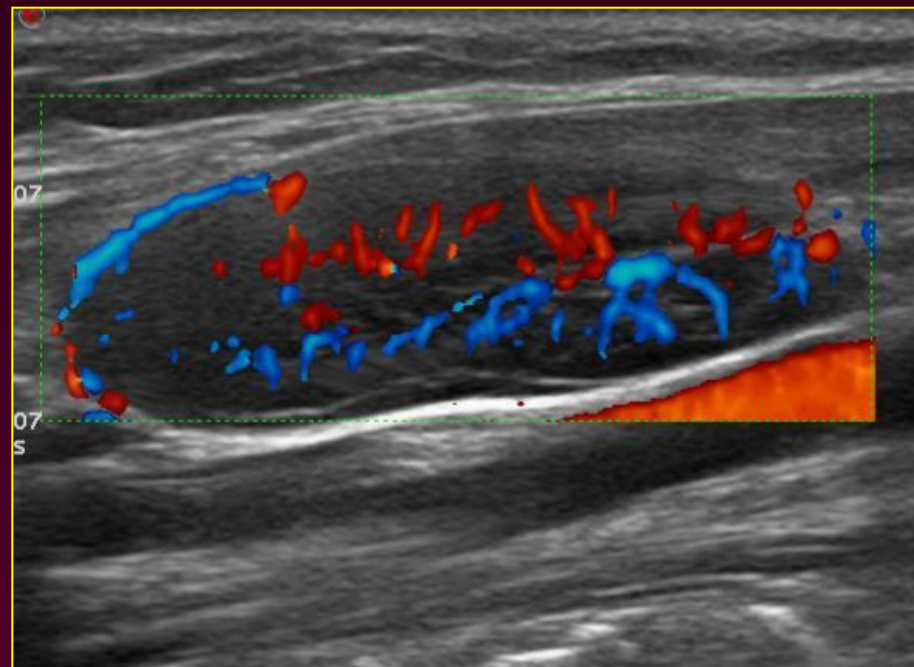
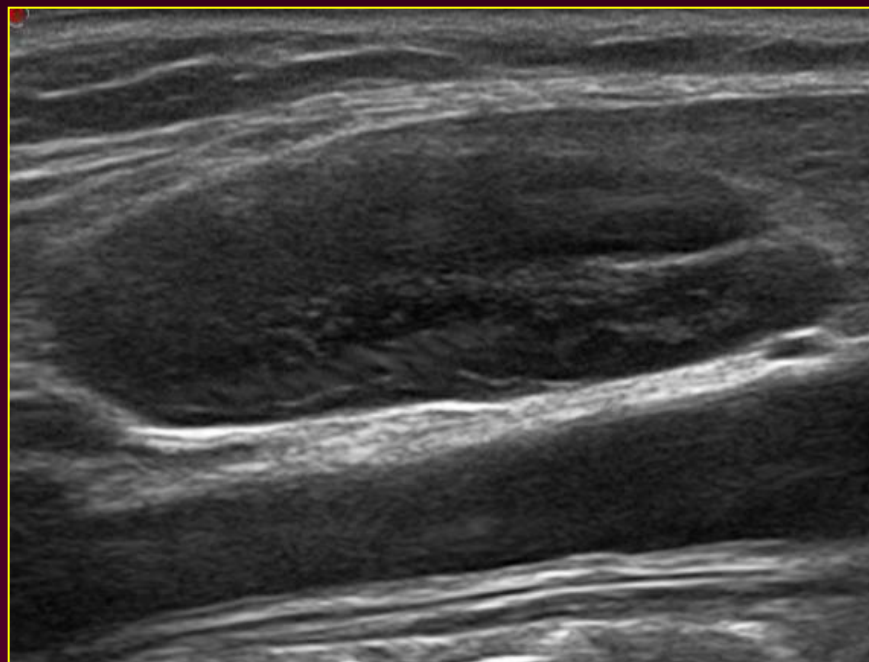
Реактивная лимфоаденопатия

# Эхографические признаки воспалительных изменений лимфатических узлов

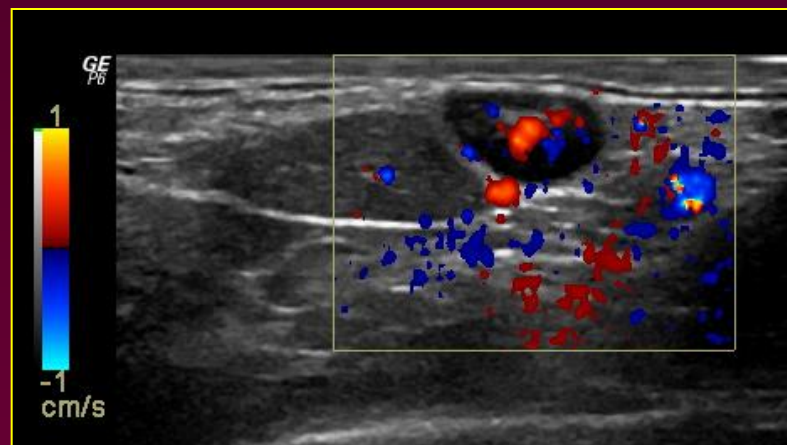
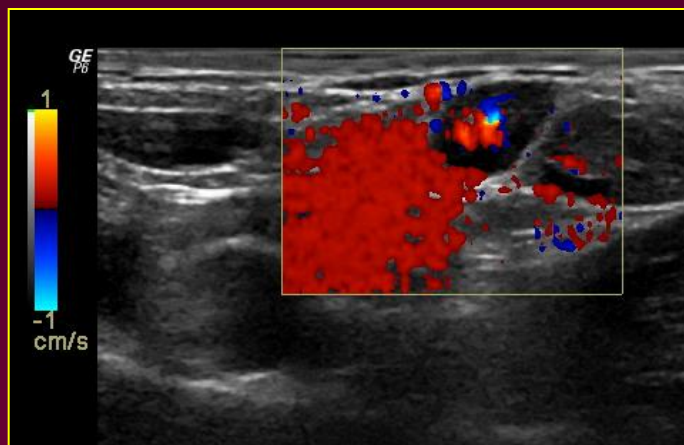
1. Равномерное увеличение лимфатического узла с сохранением его формы или шарообразная форма узла
2. Сохранение структур воротного синуса
3. Диффузное равномерное повышение либо снижение эхогенности
4. Наличие выраженного кровотока в центральной части узла при единичном питающем сосуде
5. Болезненность при надавливании
6. Жесткость лимфатического узла в режиме эхографии не повышена (при хроническом лимфадените может быть умеренной)
7. Дополнительные питающие сосуды не визуализируются, кровотоков в окружающих тканях может быть усилен



# Эхографическая картина различных типов лимфатических узлов



## Воспалительные изменения лимфатического узла

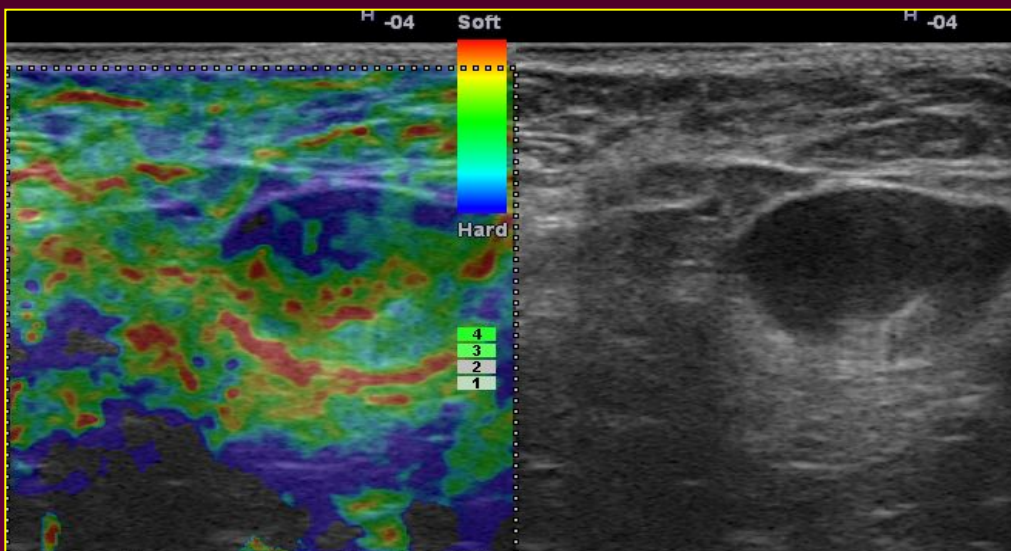
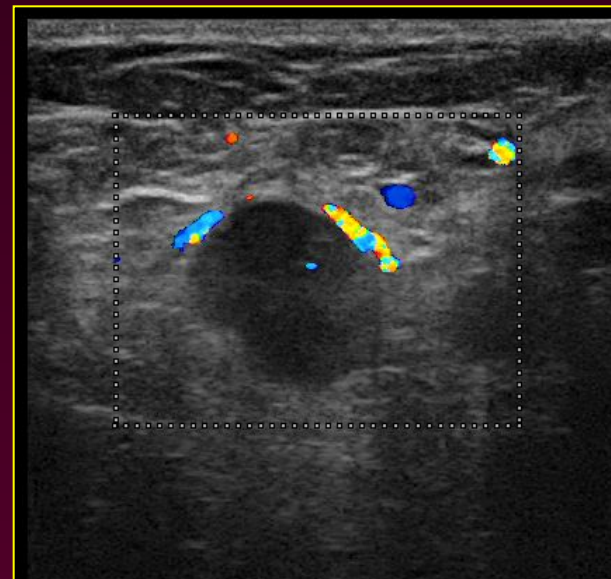
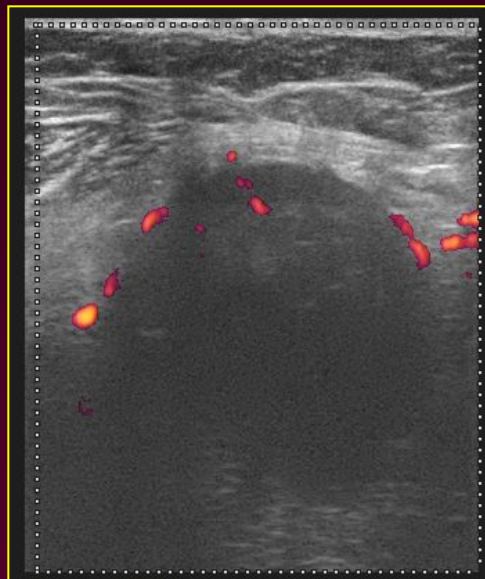


# Эхографические признаки поражения лимфатических узлов при лимфомах

1. Округлая форма лимфатического узла, т.е. соотношение длинного диаметра к короткому менее 2,0
2. Деформация ворот лимфатического узла (вплоть до отсутствия их визуализации)
3. Выявление множественных измененных лимфатических узлов
4. Тенденция к слиянию с нарушением эхоструктуры
5. Неровный контур
6. Общее снижение эхогенности лимфатических узлов, наличие гетерогенного внутреннего эхосигнала
7. Наличие дополнительных сосудов по периферии и в центре
8. Возможна гиповаскуляризация
9. Повышение жесткости лимфатического узла в режиме эхографии

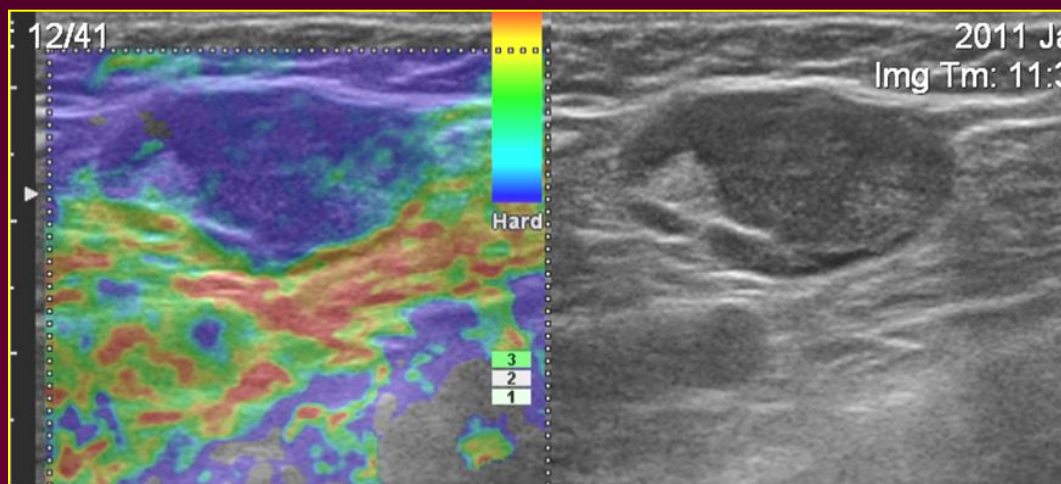
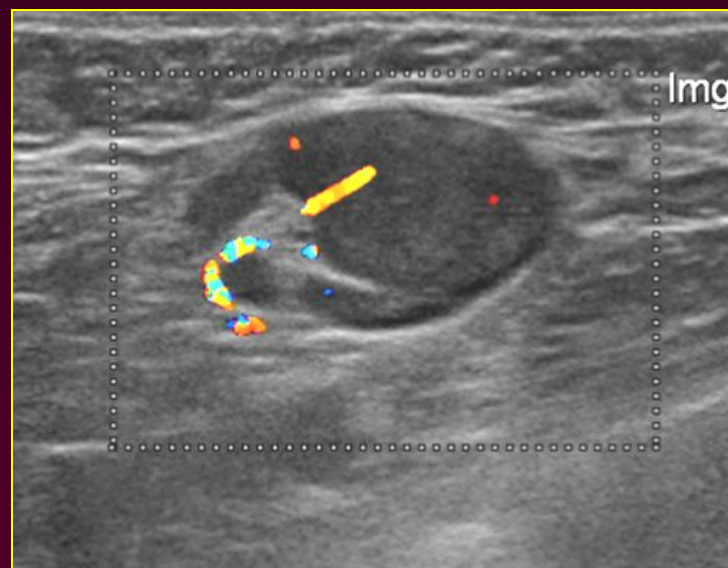
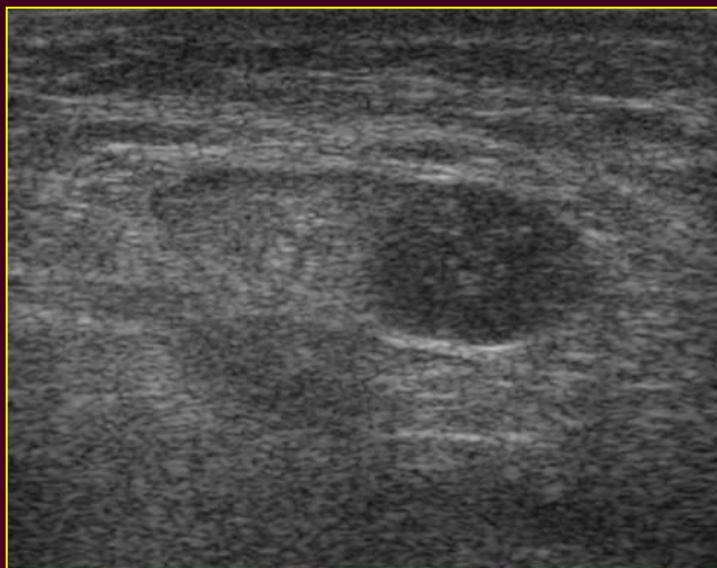
# Эхографическая картина различных типов лимфатических узлов

## Злокачественная лимфопролиферация



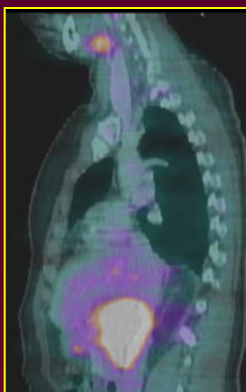
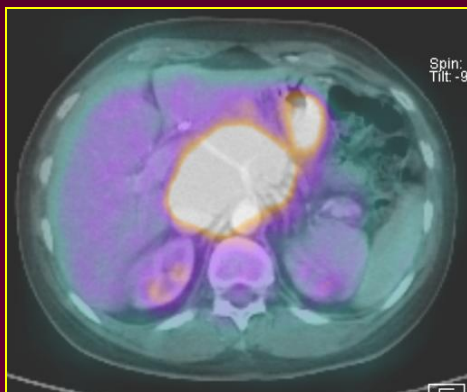
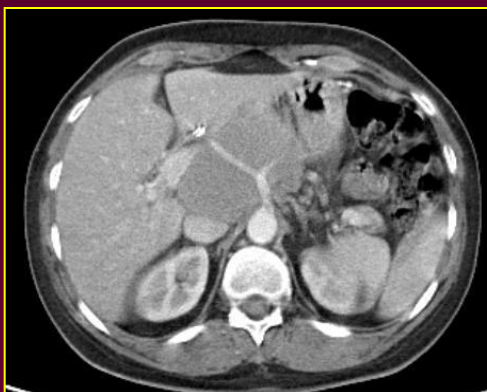
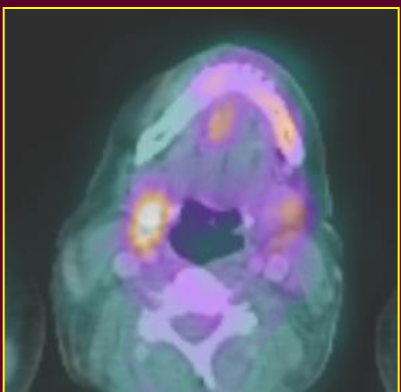
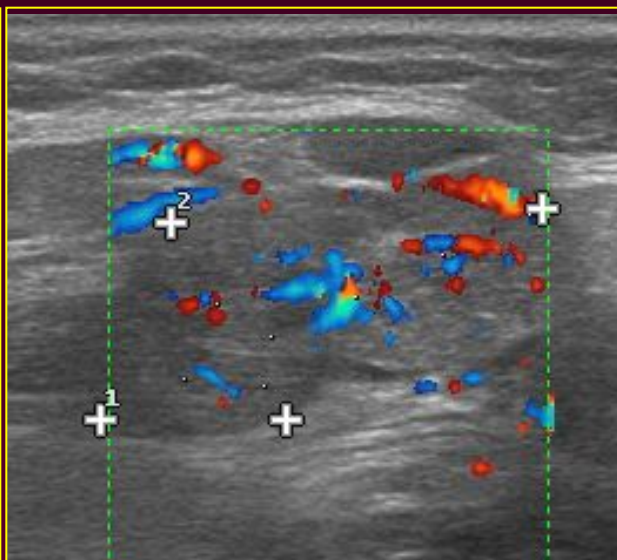
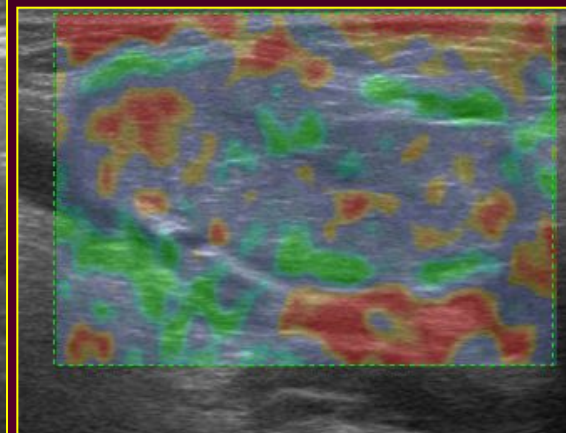
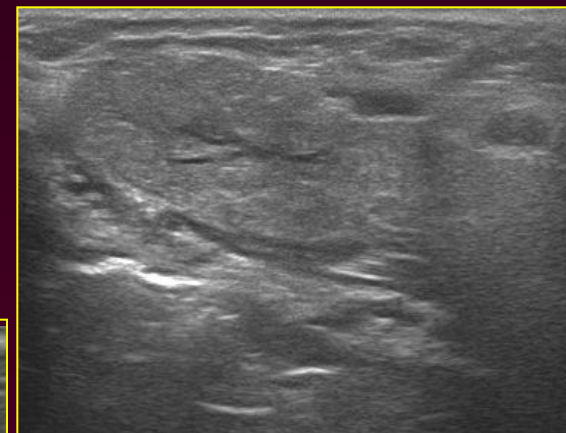
# Эхографическая картина различных типов лимфатических узлов

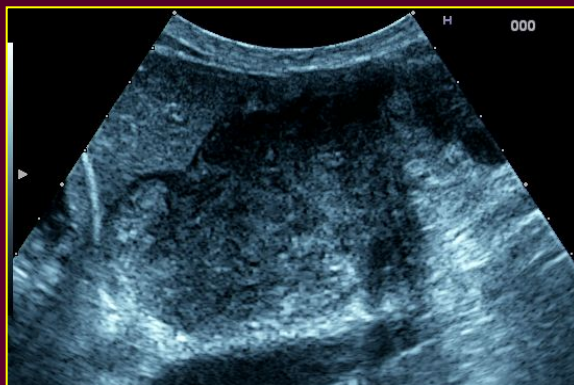
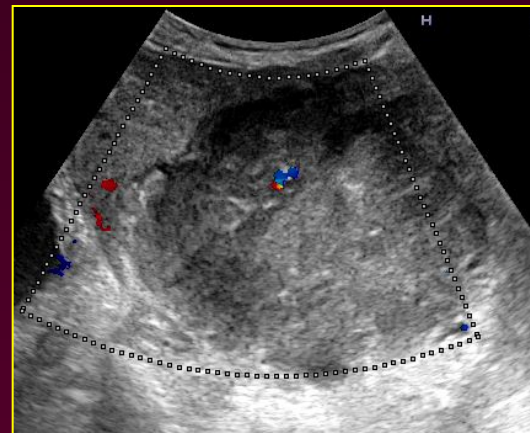
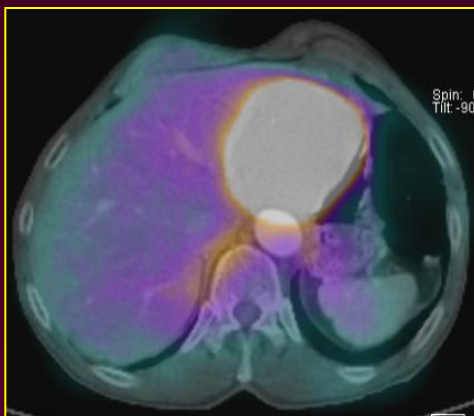
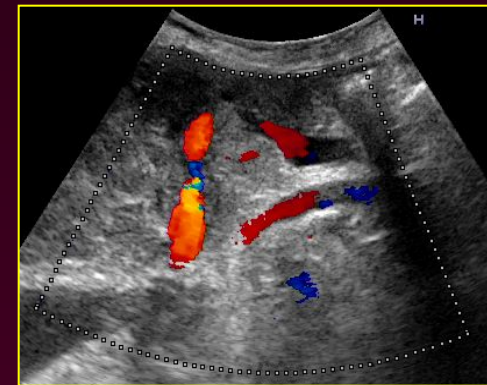
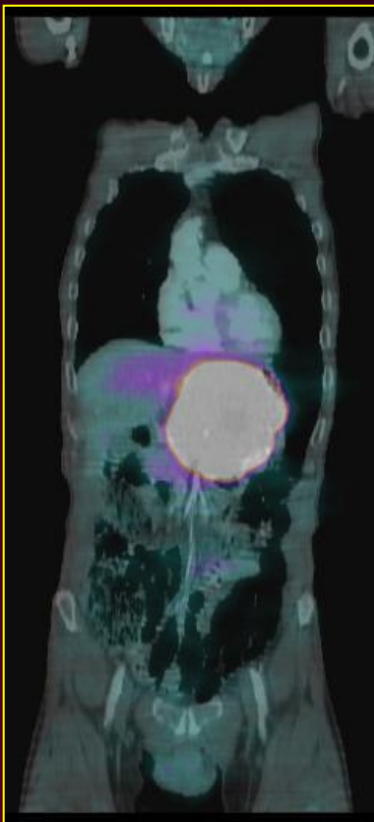
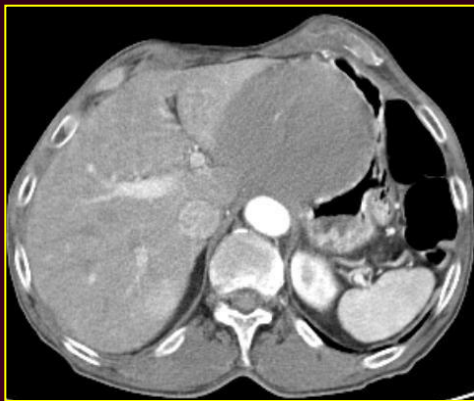
## Метастатическое поражение лимфатических узлов



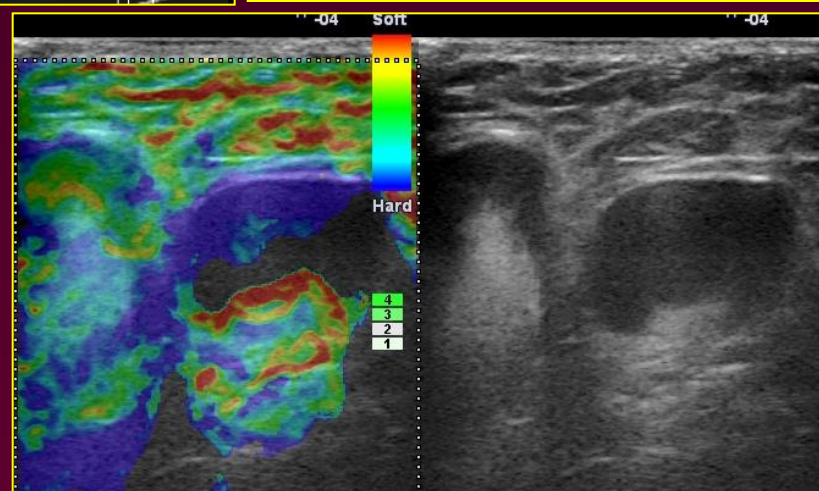
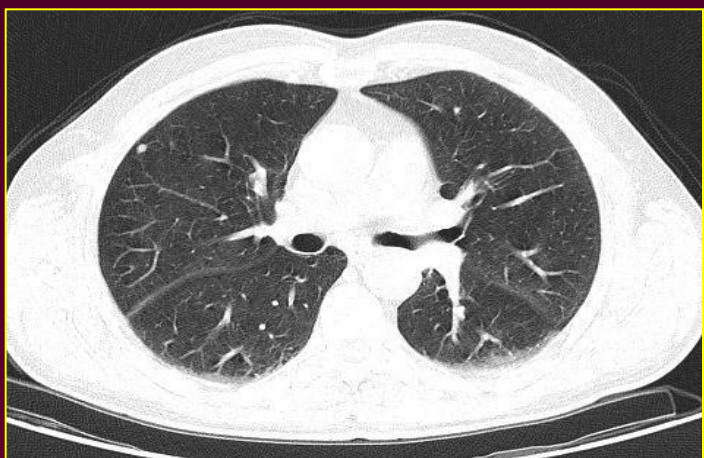
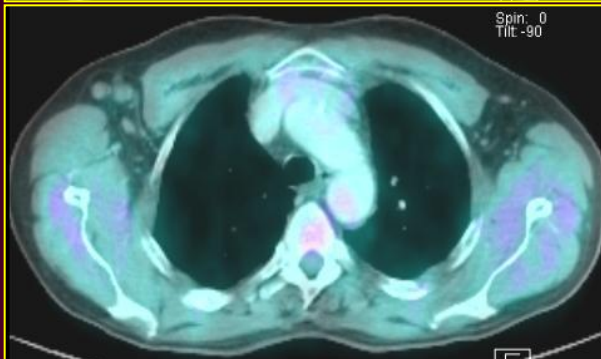
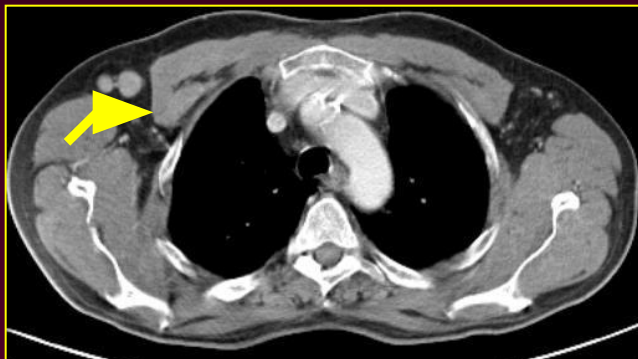
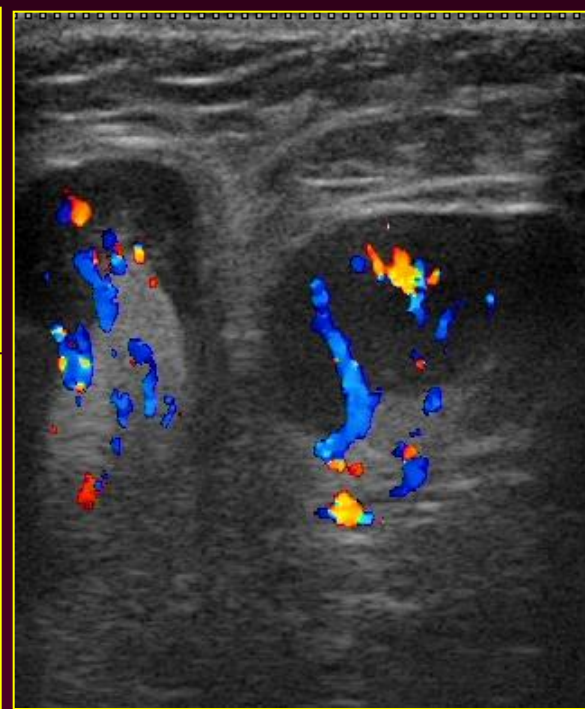
**Пациентка М., 52 года.**

**Неходжкинская диффузная В-крупноклеточная  
лимфома с локализацией в брюшной полости.  
Хроническое воспаление поднижнечелюстной  
слюнной железы и лимфаденит справа вследствие  
хронического пульпита  
(26-28 зубы)**





**Пациент Н., 69 лет. Диффузная В-крупноклеточная лимфома. Объёмное образование брюшной полости, интимно прилежащее к левой доле печени, поджелудочной железе, стенке желудка, петлям тонкой и толстой кишки, окутывающее аорту, чревный ствол, брыжеечные сосуды**



**Пациент К., 56 лет. Анамнез: потеря массы тела 16 кг, другие жалоб отсутствуют. ПЭТ/КТ: единичные очаги уплотнения в обоих лёгких диаметром до 5 мм (3 шт.), лимфаденопатия подмышечных групп без признаков метаболической активности.**

1. Совмещённая позитронно-эмиссионная и компьютерная томография является методом выбора лучевой диагностики стадирования и контроле лечения злокачественных лимфом
2. Диагностическая эффективность ПЭТ/КТ при стадировании злокачественных лимфом может снижаться за счёт наличия воспалительных и реактивных изменений лимфатических узлов.
3. Метод ультразвуковой диагностики рекомендуется использовать для уточнения структуры и кровоснабжения доступных для исследования лимфатических узлов для дифференциальной диагностики воспалительного и лимфопролиферативного процесса при неоднозначных результатах ПЭТ/КТ и возможности наличия воспалительных изменений в зоне интереса
4. Метод ультразвуковой диагностики также рекомендуется применять в случае необходимости детализации внутренних структур нелимфоидных органов при неоднозначных результатах ПЭТ/КТ



# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совмещённая позитронно-эмиссионная и компьютерная томография является наиболее информативным методом лучевой диагностики при морфофункциональной характеристике лимфомы Ходжкина и неходжкинских лимфом, установлении точной стадии лимфопролиферативного процесса и определении характера ответа на лечение.

**Основные преимущества – выявление локализации всех зон поражения по наличию гиперфиксации радиофармпрепарата и возможность диагностики лимфопролиферативной патологии при отсутствии видимых структурных изменений**

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показаниями к проведению ПЭТ/КТ являются:

- первичное стадирование лимфомы Ходжкина и неходжкинских лимфом после установления гистологического диагноза для определения локализации всех поражённых лимфатических узлов и внелимфатических органов;
- осуществление контроля лимфопролиферативного процесса в ходе выполнения и после завершения лечебных мероприятий с целью оценки эффективности проведённой терапии;
- динамическое наблюдение больных после проведения лечения для выявления доклинических рецидивов

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диагностическая эффективность ПЭТ/КТ при стадировании злокачественных лимфом может снижаться за счёт наличия воспалительных и реактивных изменений лимфатических узлов.

Для уточнения структуры и кровоснабжения доступных для исследования лимфатических узлов для дифференциальной диагностики воспалительного и лимфопролиферативного процесса при неоднозначных результатах ПЭТ/КТ и возможности наличия воспалительных изменений в зоне интереса рекомендуется использовать метод ультразвуковой диагностики

Метод ультразвуковой диагностики также рекомендуется применять в случае необходимости детализации внутренних структур нелимфоидных органов при неоднозначных результатах ПЭТ/КТ

Рентгеновскую компьютерную томографию рекомендовано использовать для динамического наблюдения пациентов, достигших полной ремиссии после лечения (чередование КТ и ПЭТ/КТ) или при первичном обследовании больных до установления клинического и гистологически верифицированного диагноза



Спасибо за внимание!