



ФГБУ
Северо-Западный
Федеральный медицинский
исследовательский центр им.
«Ласка» Минздрава России

СОВМЕЩЕННАЯ ПЭТ-КТ В ОНКОЛОГИИ

Заведующий НИО лучевой диагностики
профессор Труфанов Е.Б.

ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИНА

характеризует и количественно определяет биологически процессы на основе принципов ядерной физики

«МЕТАБОЛИЗМ ОПЕРЕЖАЕТ МОРФОЛОГИЮ»

Для этого применяют различные молекулярные зонды, такие как лиганды рецепторов, ферменты метаболизма и моноклональные антитела

В онкологии это позволяет измерять и проводить мониторинг опухолевой активности клеток в исследуемой ткани для оценки эффективности противораковой терапии

Цели ядерной медицины в онкологии

Более определенное определение типа биологических изменений

Характеристики метаболизма опухоли

Стандартизация стандартов качества обслуживания

Более определенное определение эффекта терапии или побочных явлений

Терапия, особенно при дистанционной

облучении

Терапия радионуклидами

Визуализация в области биологии опухолей

Митоз

Пролиферация

Апоптоз

Окислительная

Регенерация

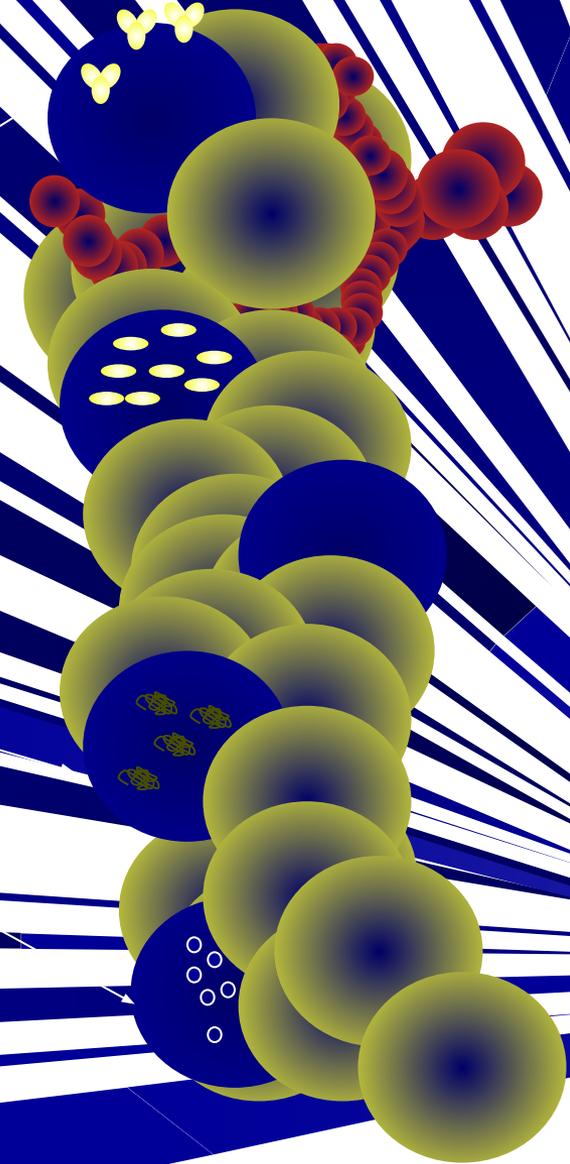
Сигнал

Сигналы
апоптоза

Трансдукторы
сигналов

Активность
ферментов

Каналы

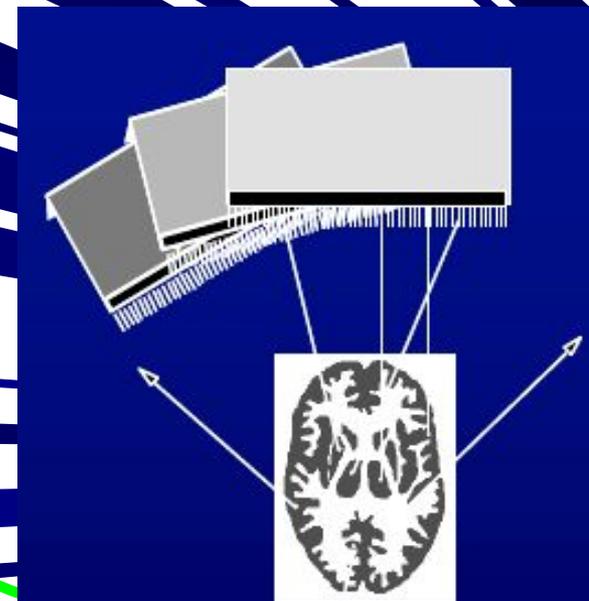


Радионуклидные методы

Позитронная эмиссионная
компьютерная томография
(ПЭТ)



Однофотонная эмиссионная
компьютерная томография
(ОФЭКТ)



Получение совмещённых изображений

**Спиральная компьютерная
томография (СКТ)**

или

**3D Магнитно-резонансная
томография (МРТ)**

**Однофотонная и
позитронно-эмиссионная
компьютерная томография
(ОФЭКТ, ПЭТ)**

**Совмещенные изображения
КТ, МРТ и ОФЭКТ, ПЭТ**

1991 г. – Hasegawa В.Н. и соавт. (Япония) –
создание первого совмещенного
ОФЭКТ/КТ сканнера

Первые исследования миокарда морских свинок были успешными, но небольшое поперечное поле зрения и длина сканирования ограничивали применение совмещенного оборудования.

Несколько лет спустя та же группа исследователей представила очередной вариант ОФЭКТ/КТ системы для исследования людей.

2004 год – первый совмещенный ОФЭКТ/КТ
в клинической практике

1994-1995 гг. - Townsend D.W. и соавт. (США) – создание прототипа совмещенного ПЭТ/КТ сканнера

Аппарат состоял из 2-х комплементарных томографов в одном. ПЭТ-компоненты прототипа состояли из неполного вращающегося кольца ПЭТ-томографа и находились на алюминиевом диске КТ-сканера Somatom AR.SP. Все оборудование помещалось внутри компактного гентри, который был лишь немногим уже, чем обычный для КТ.

ПРЕИМУЩЕСТВА:

- одновременное получение совмещенных структурных и метаболических изображений
- КТ коррекция ослабления для эмиссионных данных ПЭТ (Kinahan P.E. и соавт. 1998) – уменьшение времени обследования в 2 раза по сравнению с традиционным ПЭТ исследованием

НЕДОСТАТКИ:

- стала недоступна опция наклона гентри
- ограничения поперечного поля зрения до 45 см часто приводили к появлению артефактов на КТ и последующему ухудшению реконструкции эмиссионных данных, сопровождающих КТ-коррекцию

1998 г. – первый опыт клинического применения прототипа ПЭТ/КТ в Питсбургском медицинском центре (США)

- 1999 г. – награда «Изображение года» на Форуме по Ядерной Медицине (Лос-Анджелес)
- 2001г.- наиболее выдающееся научное открытие в рейтинге журнала «Ядерная медицина»

Первый серийный аппарат ПЭТ/КТ «Biograph Duo» был представлен объединением CPS (CTI и Siemens) в 2000 году.

В 2003 году в Военно-медицинской Академии им. С.М. Кирова установлен первый в России совмещенный ПЭТ/КТ «Biograph» (Siemens).



18F- фтордезоксиглюкоза - основний РФП для ПЭТ
сучасної ядерної онкології

11C - метионин - метаболізм амінокислот

18F - фторметаболізм кетонних тіл

11C - тимидин - 20` синтез ДНК

18F - фторцитидиназол - 10` гіпоксія

18F - фтортимидин - 110` синтез ДНК

15O - вода - 2` перфузія

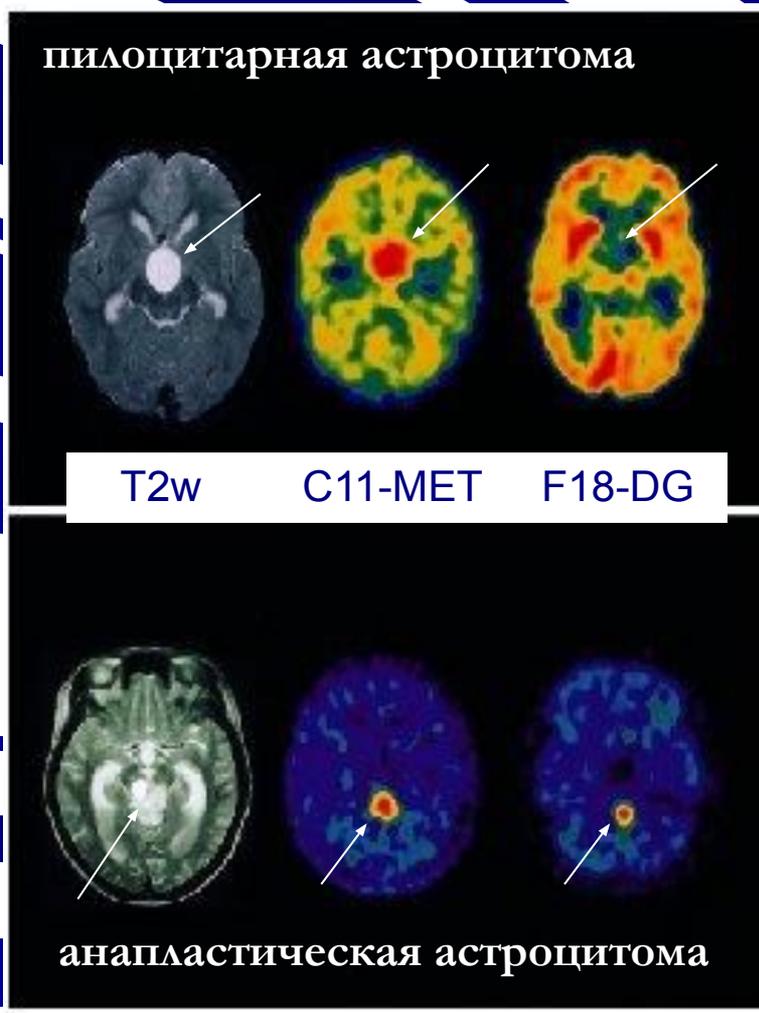
18F - фторметилтирозин - 110` транспорт АА

11C - холин - метаболізм ацила

18F - фторметилтирозин - 110` транспорт АА

124I - йод фторо дезокси арабіноз - 110` тимидинкіназа $\frac{dNTP}{dNMP}$

Определение гистологической характеристики опухоли in-vivo

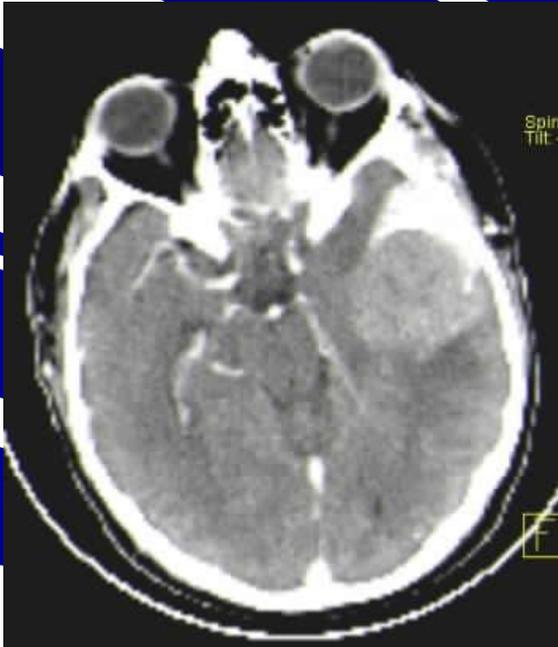


Обе опухоли хорошо определяются С-11 метионином

В то же время только анапластическая форма имеет высокое ФДГ накопление

Будущее: транспорт аминокислот

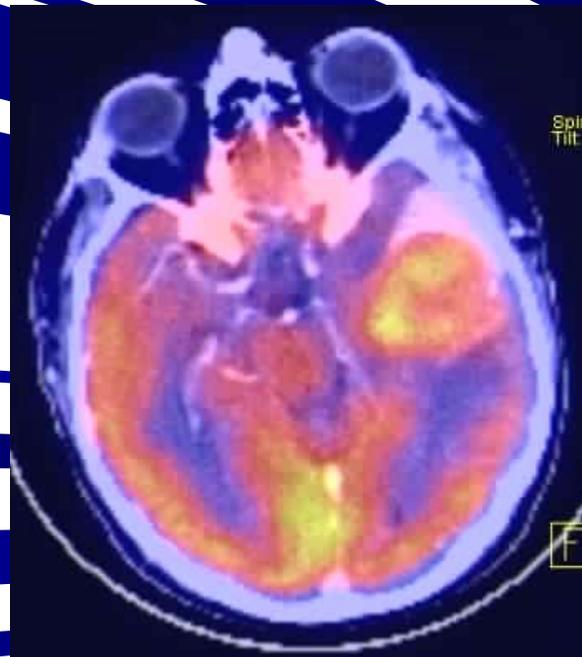
Глиобластома



КТ

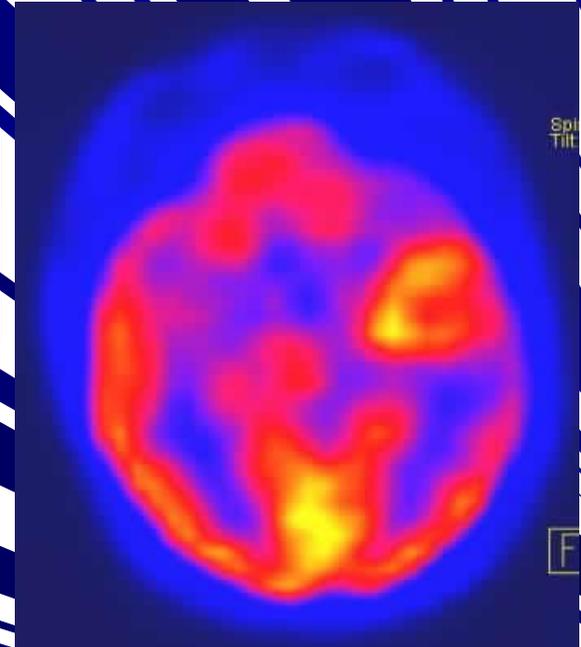
- гетерогенная структура
- перифокальный отёк
- «масс-эффект»
- контрастное усиление
- некрозы

ПЭТ / КТ



ПЭТ

- гиперметаболизм 18-ФДГ
- участки гипометаболизма 18-ФДГ в зоне некроза



Показания к проведению ПЭТ, при которых ее эффективность доказана клинически

- Немелкоклеточный рак легкого (N и M-стадиярование, рецидив)
- Мелкоклеточный рак легкого (стадиярование, рецидив, повышение риска операции)
- Колоректальный рак (диагностика рецидива)
- Эпидуральная метастаза (стадиярование, рецидив)
- Стадирование холкинской лимфомы (стадиярование III)
- Опухоли головы и шеи (N - стадиярование)
- Дифференцированный рак щитовидной железы
- Дифференциация опухоли в поджелудочной железе
- Дифференциация лимфомы
- Рак молочной железы

Рак с неясной первичной локализацией

- ▶ Обнаружение метастазов в лимфоузлах часто является первичным симптомом рака. В 5-10% всех метастатических состояний первичной опухоли обнаруживаются в лимфоузлах.
- ▶ После гистопатоморфологического анализа такие опухоли не переходят к целому ряду обследований. Выживаемость в течение 5 лет после лечения 100% (при выявлении первичного очага) и 50% (при невыявленном первичном очаге)

В этих случаях ПЭТ/КТ с ФДГ является особенно ценным

- определяет метаболический статус
- проводится обследование всего тела
- позволяет дифференцировать неясные изменения при КТ
- 30 - 40% случаев ПЭТ/КТ с ФДГ локализует первичный очаг

Опухоли головы и шеи

- ▶ Одними из самых распространенных злооплазий (место по числу) являются опухоли головы и шеи. Чаще всего встречается плоскоклеточный карциномный рак из эпителия
- ▶ Выживаемость в течение 5 лет в зависимости от локализации опухоли составляет 30-90%
- ▶ Как правило, интенсивное лечение ФДТ проводится с учетом гистологической характеристики опухоли (плоского эпителия)

ПЭТ и ПЭТ/КТ является особенно ценным для

- определения регионального метастазирования
- определения отдаленных метастазов
- определения «синхронных раков» (пищевод и легкие)
- контроля терапии и рецидива

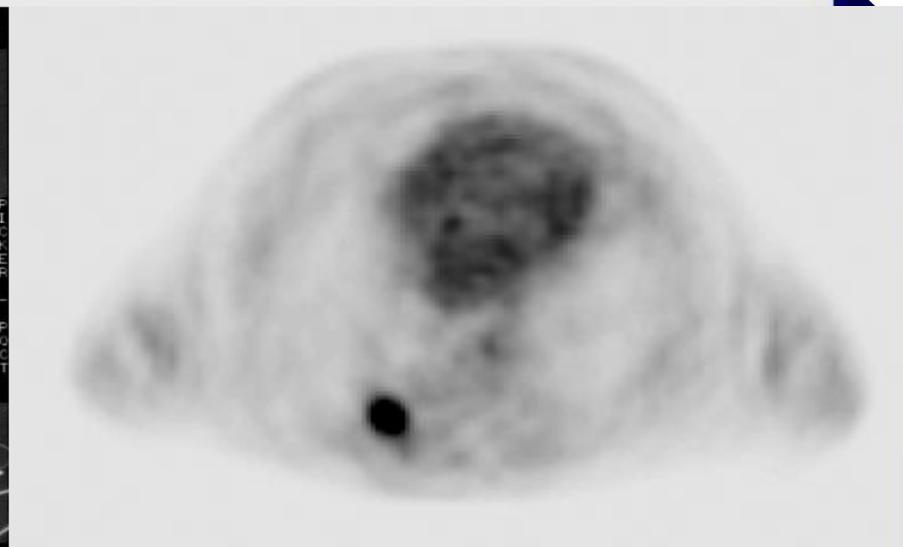
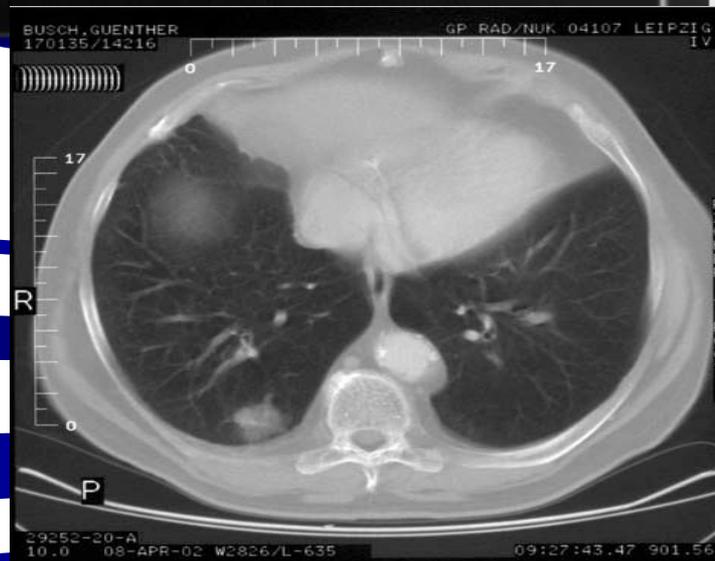
Первичные неоплазии легкого

- ▶ Группа раков с мелкими узлами (патология 90%):
 - высокоинтенсивный рак
 - недифференцированные группы (облачные рак)
 - аденокарциномы
- ▶ Эпидемиология:
 - 18% всех опухолевых патологий у мужчин мужского пола

ПЭТ и ПЭТ/КТ является особенно ценным

- определение злокачественности солитарных узлов легких
- стадирование метастазов в лимфатических узлах (N2/N3)
- выявление отдаленных метастазов
- контроль терапии и рецидива

Анализ ПЭТ с ФДГ у больных с солитарными узлами в легких

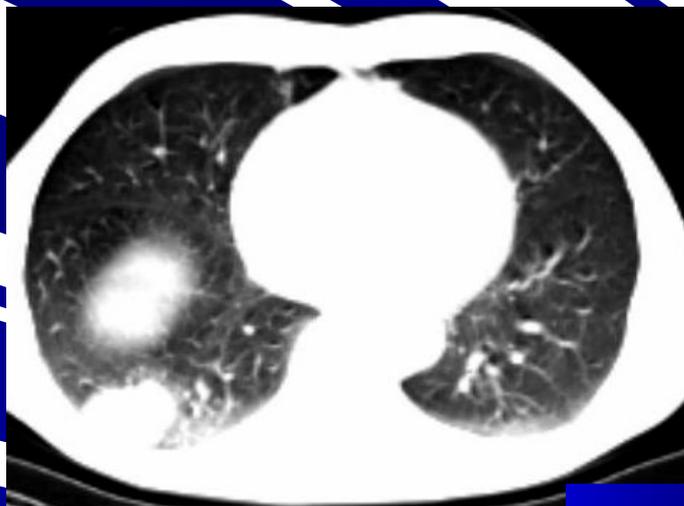


Стадирование рака легкого

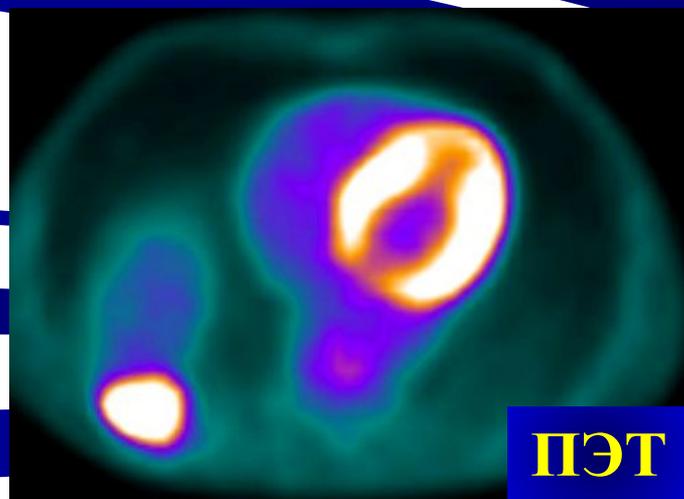
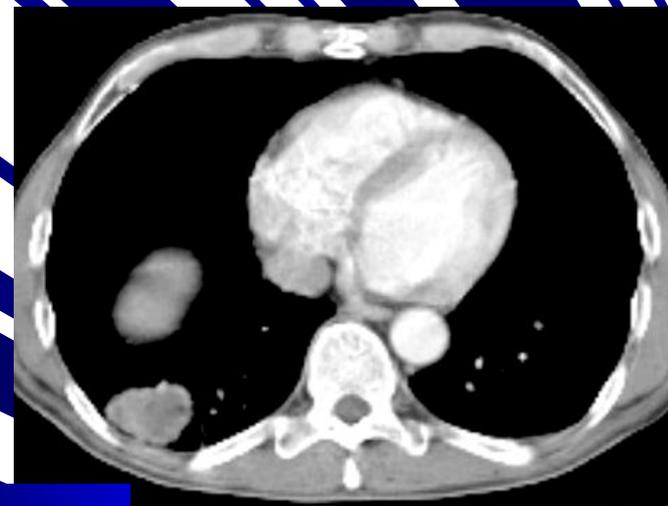
Размер лимфоузлов – недостаточный критерий злокачественности!

Размер	1 см	> 1 до 2 см	> 2 см
38 % метастаз		61 % метастазов	84 % метастазов
20 %			16 % воспаление

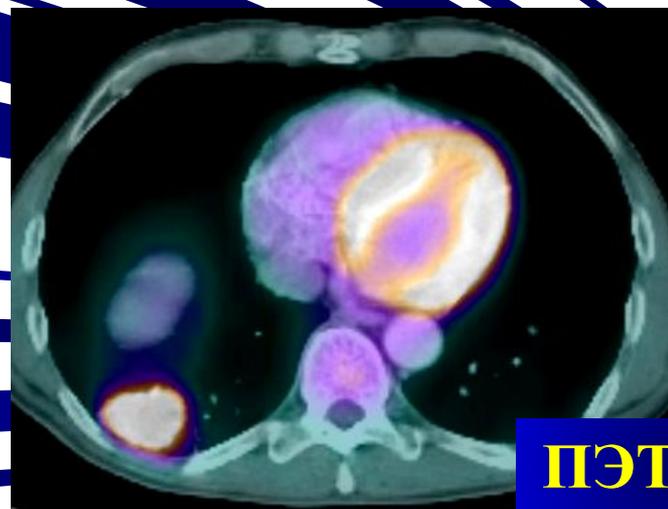
Периферический рак легкого



КТ

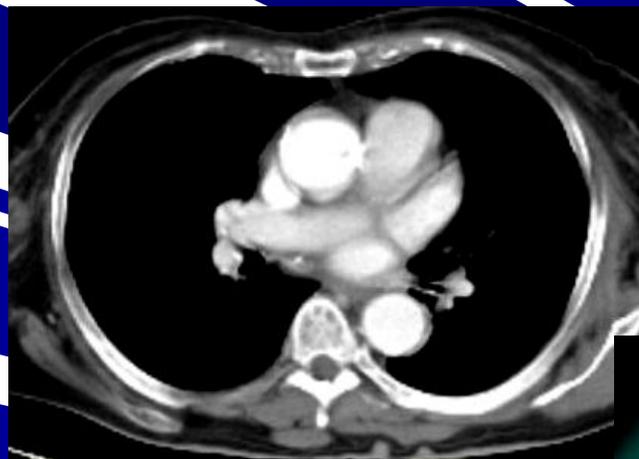


ПЭТ



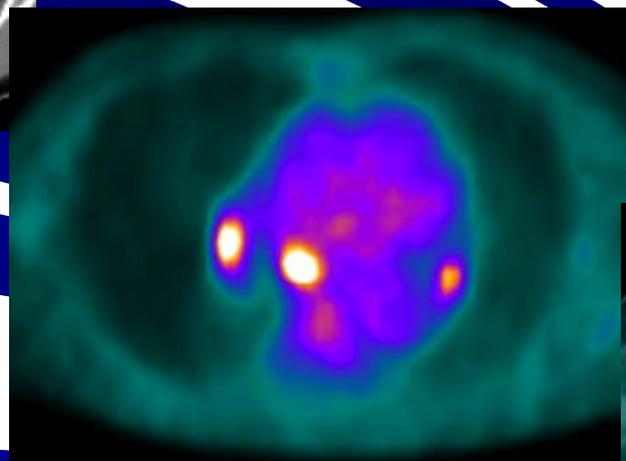
ПЭТ / КТ

Периферический рак легкого



КТ

множественные метастазы в
лимфатические узлы средостения



ПЭТ



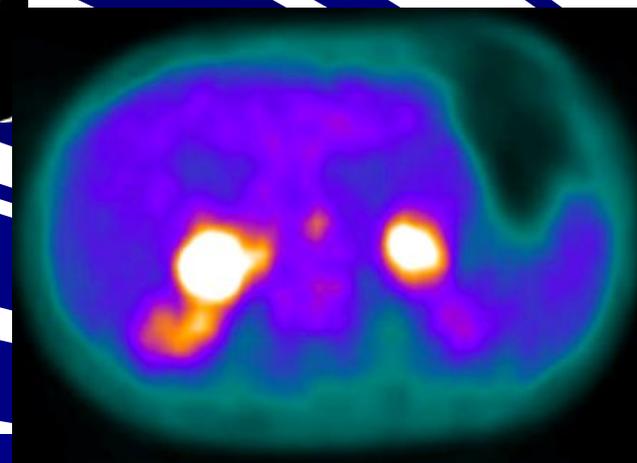
ПЭТ / КТ

КТ

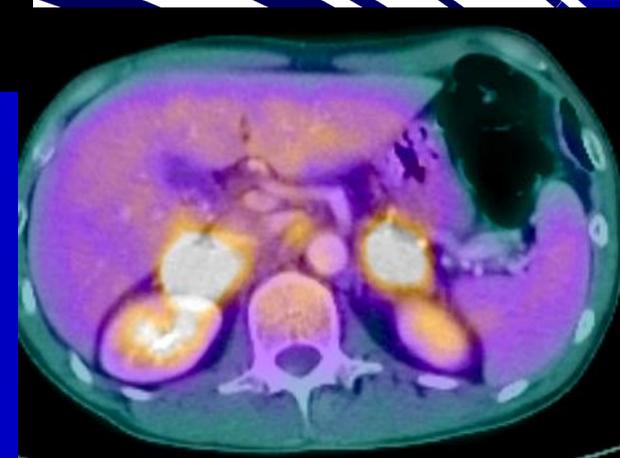


**Центральный рак правого
легкого**

ПЭТ



ПЭТ / КТ



**с метастазами
в надпочечники**

Ходжкинские лимфомы (ХЛ)

- ▶ Занимают 1% от всех неоплазий, но являются ведущей причиной смерти в возрастной группе 20-35 лет. Злокачественных лимфом с предшествующим лечением и большим диапазоном клинических проявлений, встречаются чаще у лиц мужского пола.
- ▶ Гистология: лимфоидно-склеротическая (60%), смешанная клеточная (20%), лимфоцитопеническая и гистиоцитарная ХЛ (до 20%).

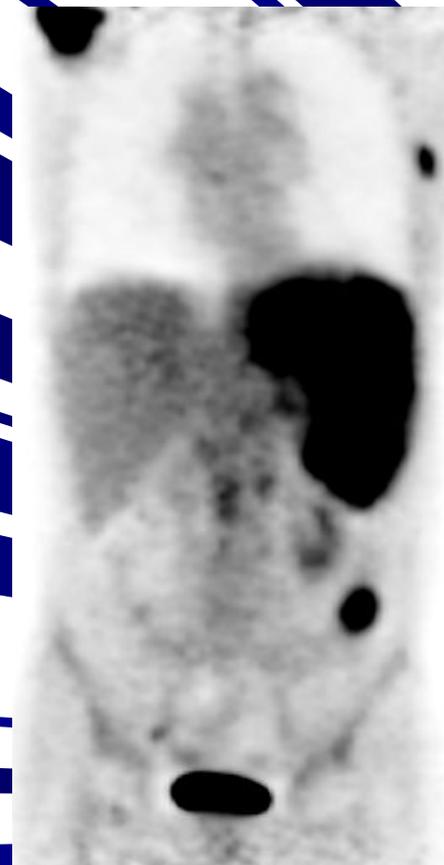
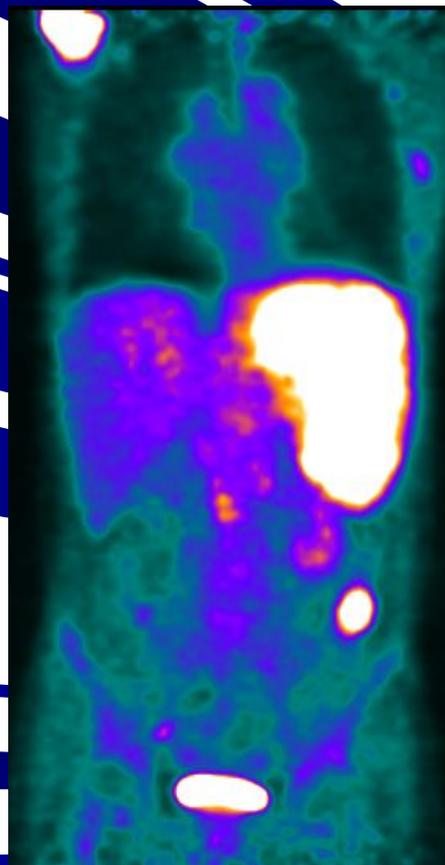
Прогноз: Стадия и успех терапии напрямую зависят от объема поражения, выживаемость в течении 10 лет при ст. I-II - 80%

ПЭТ и ПЭТ/КТ является особенно ценным

- дополнительная информация при стадировании
- определение тактики лечения
- определение отдаленных метастазов
- контроль терапии и рецидива

Ходжкинская лимфома

ПЭТ-КТ с ФДГ



Гастроинтестинальные опухоли

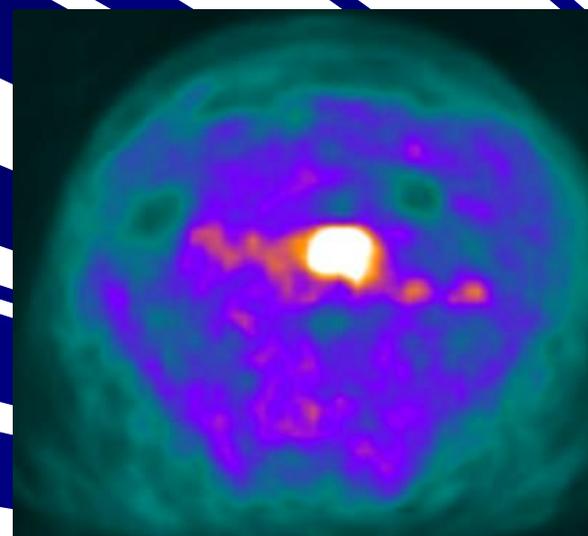
Изменение стадий 36%, изменение резекта 32%

2. Определена эффективность терапии
3. Предоперационная подготовка к частым инвазиям в секции печени
4. 8% определяется тактика лечения
5. 50% определяется хирургическое лечение
6. 50% выявляются метастазы

Рак ректосигмоидного отдела толстой кишки



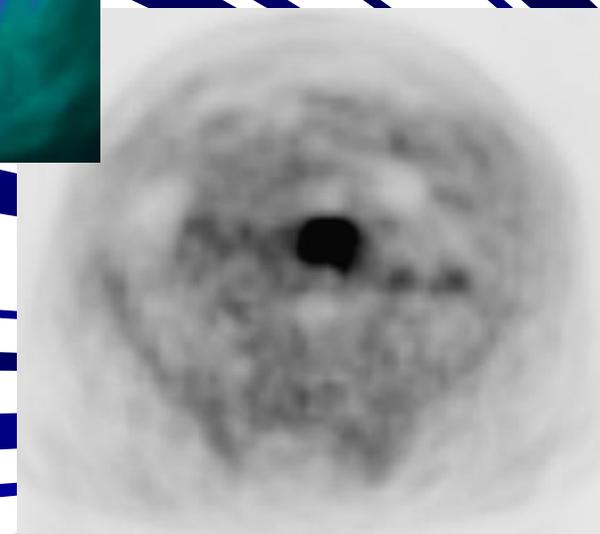
КТ



ПЭТ

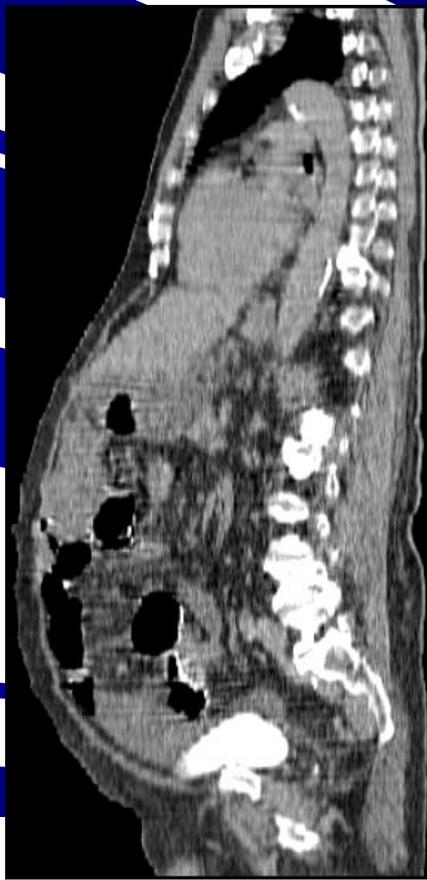


ПЭТ / КТ

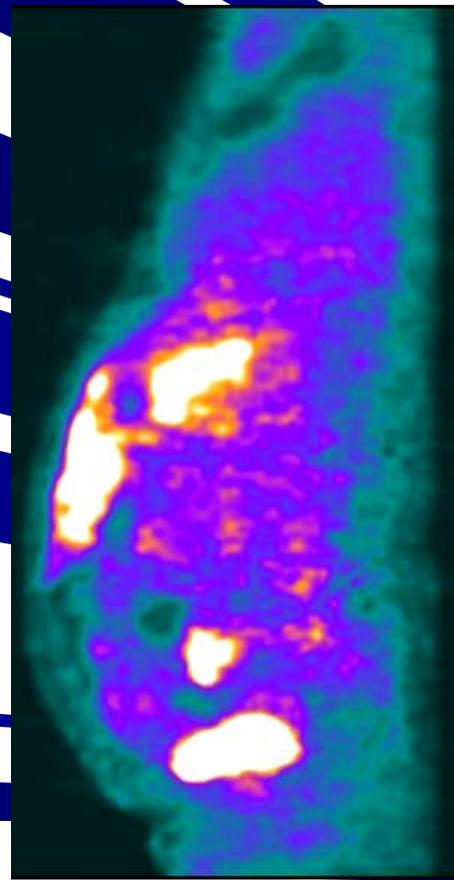


Рак ректосигмоидного отдела
толстой кишки (тот же больной)

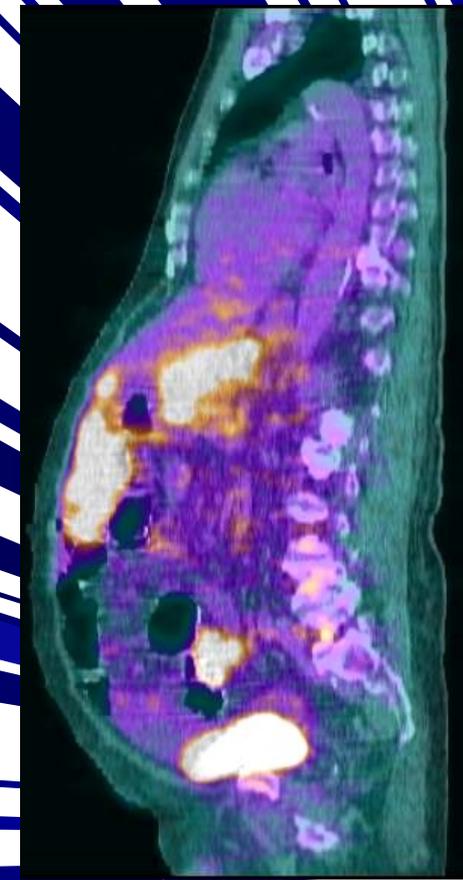
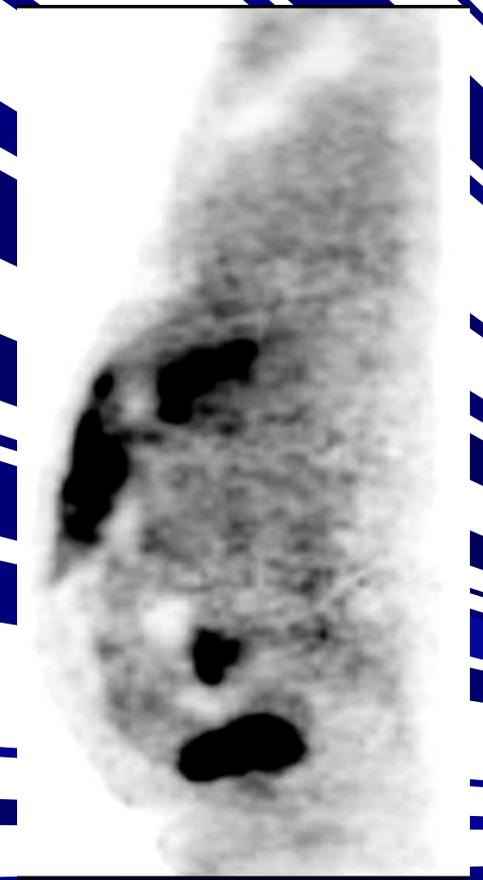
после операции



КТ



ПЭТ

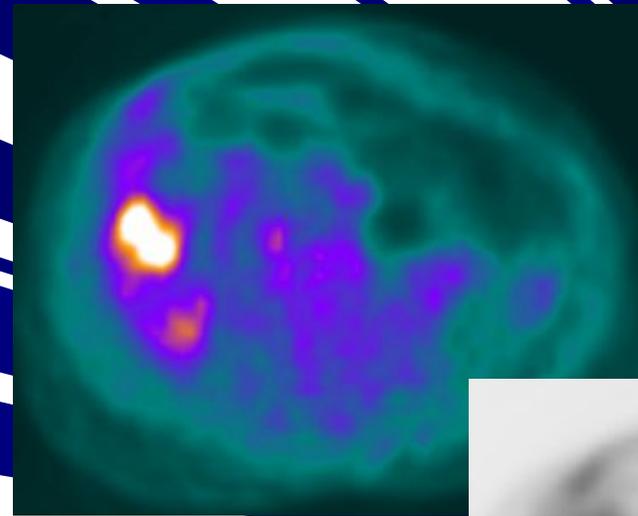


ПЭТ / КТ

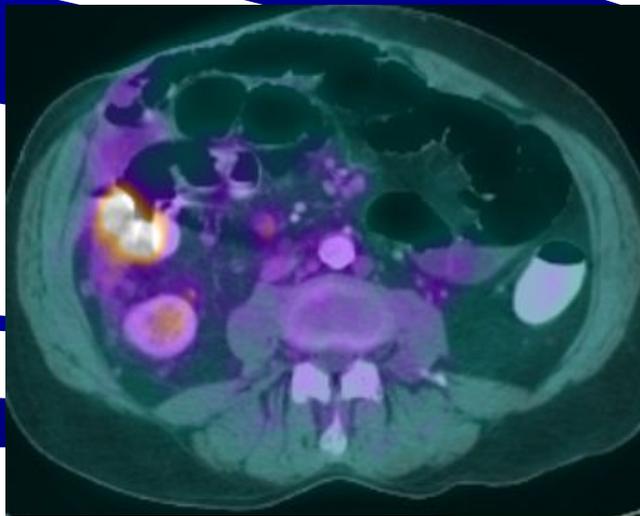


КТ

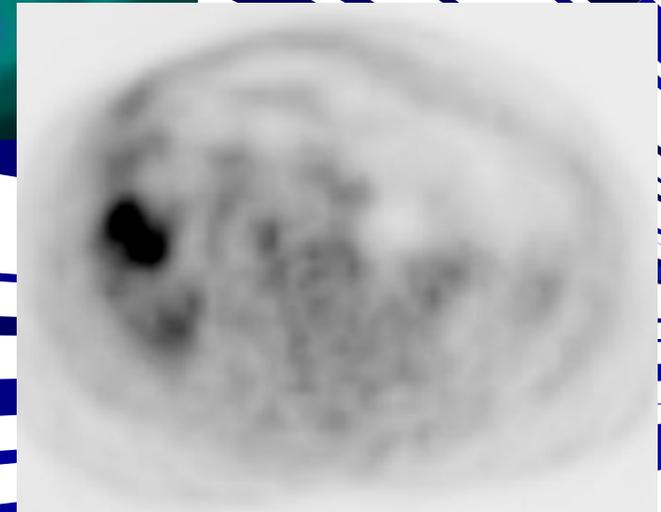
Рак слепой кишки
(рецидив)



ПЭТ



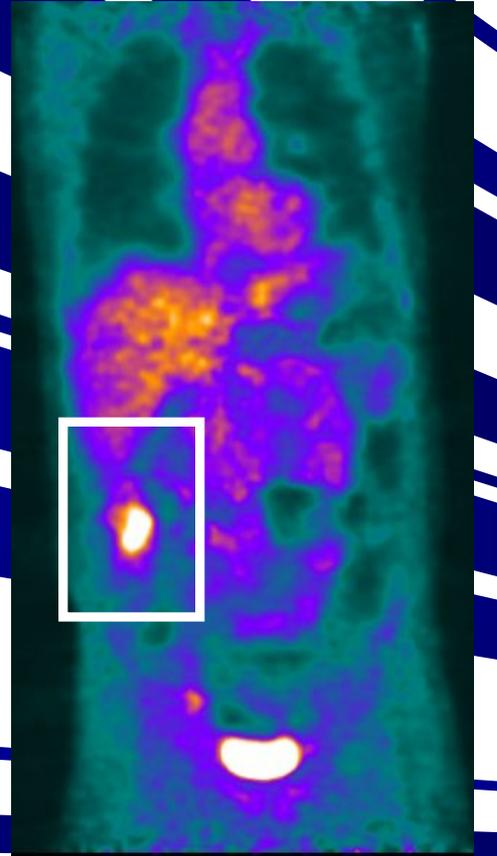
ПЭТ / КТ



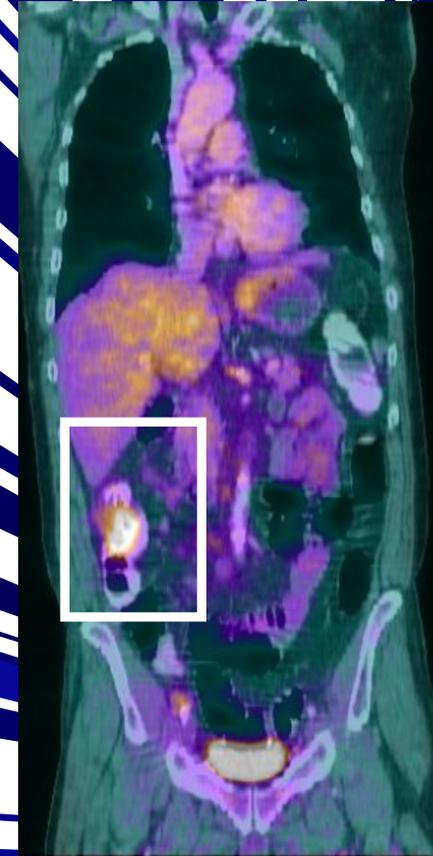
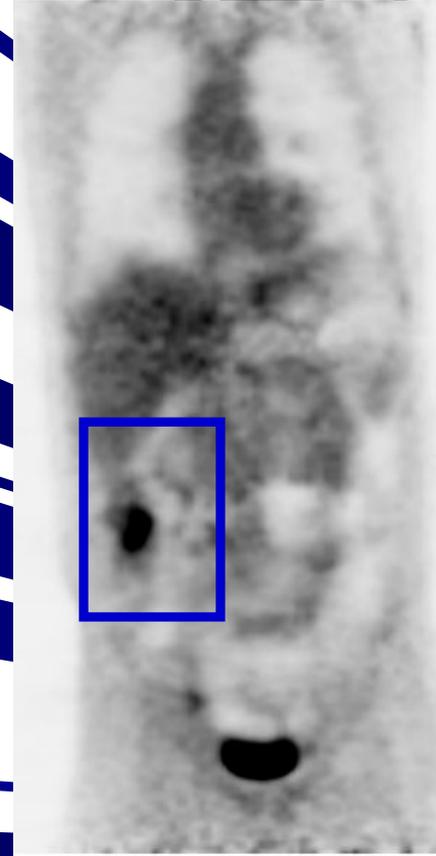
Рак слепой кишки
(рецидив)



КТ



ПЭТ



ПЭТ / КТ

Злокачественная меланома

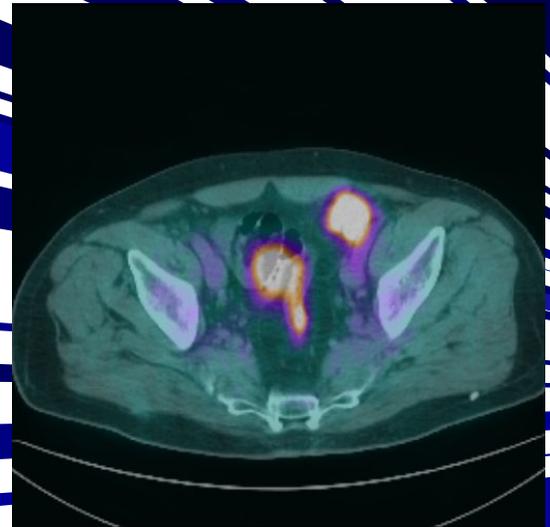
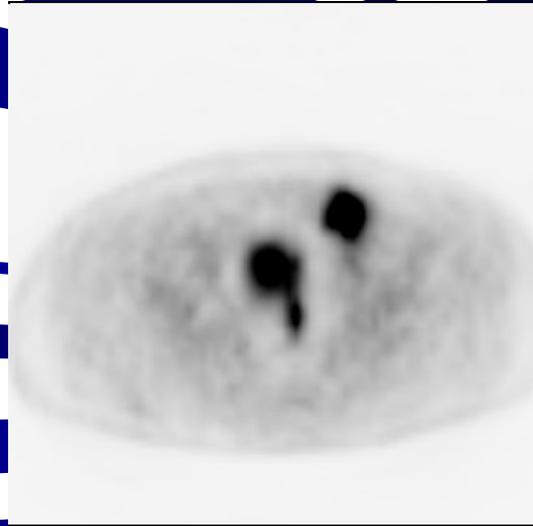
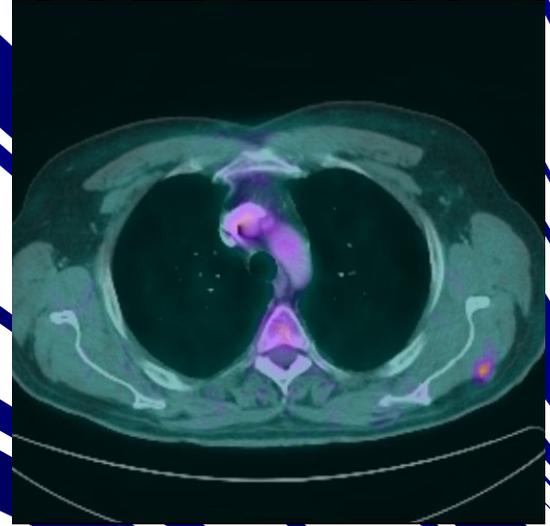
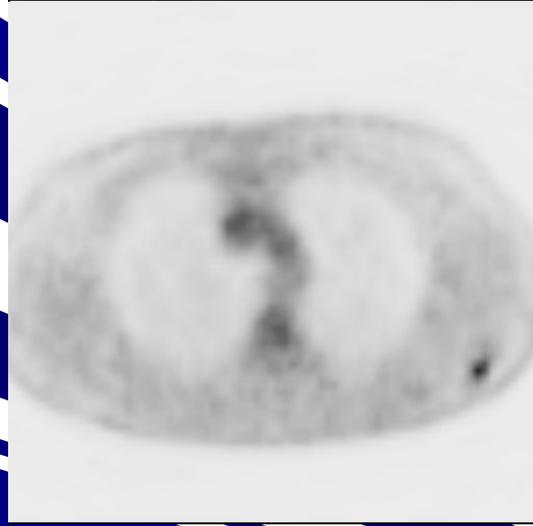
- Обнаружение при разрезе хронического очага > 1.5мм
- При подозрении на поражение метастатическими узлами

Обязательно в стадии III и IV

Чувствительность 72-100%, специфичность 83-91%

26%

Стадирование меланомы (состояние после удаления меланомы – метастазы в лимфоузлы)



Нейроэндокринные опухоли: дифференцированный рак щитовидной железы

Рестадирование при ^{141}I -нейротрофиномочага

Рестадирование при ^{123}I -позитивных очагах

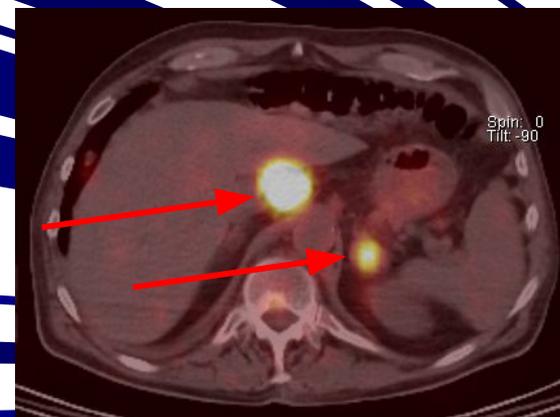
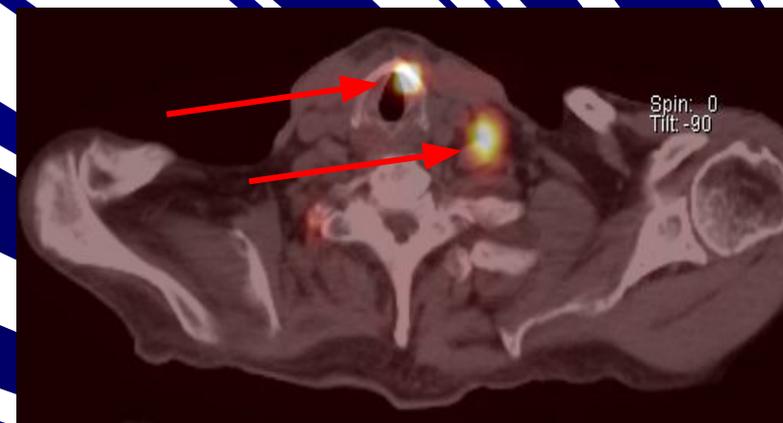
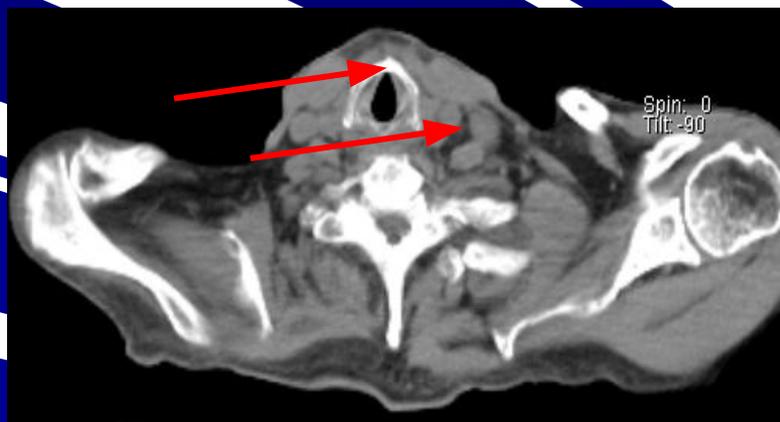
Изменение тактики

стадирование: 22%

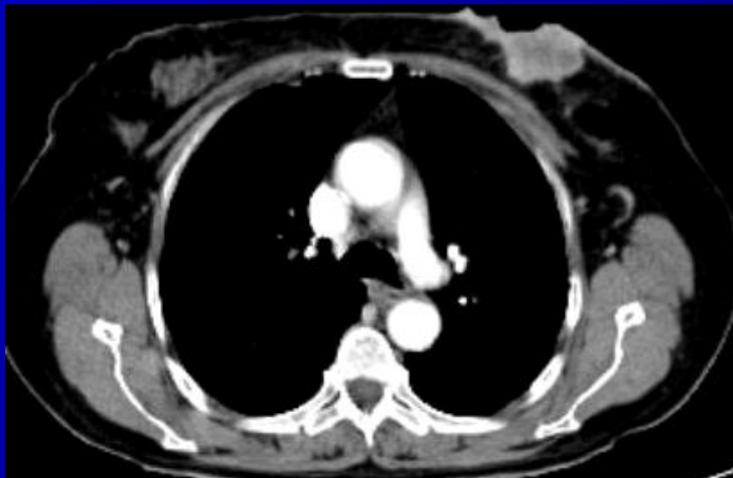
52%

ПЭТ-КТ

при раке щитовидной железы с использованием ^{124}I : определение места биопсии, операции, дозиметрия



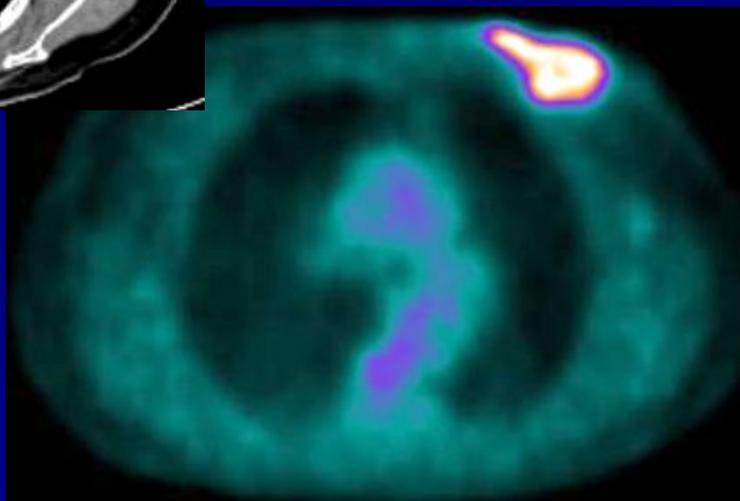
КТ



РАК МОЛОЧНОЙ

ПЭТ

ЛЕЗЫ



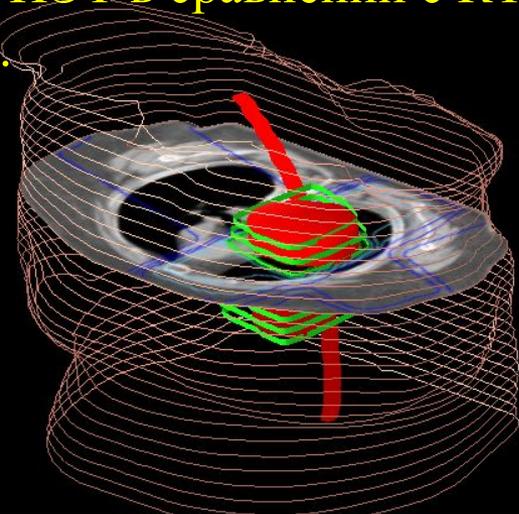
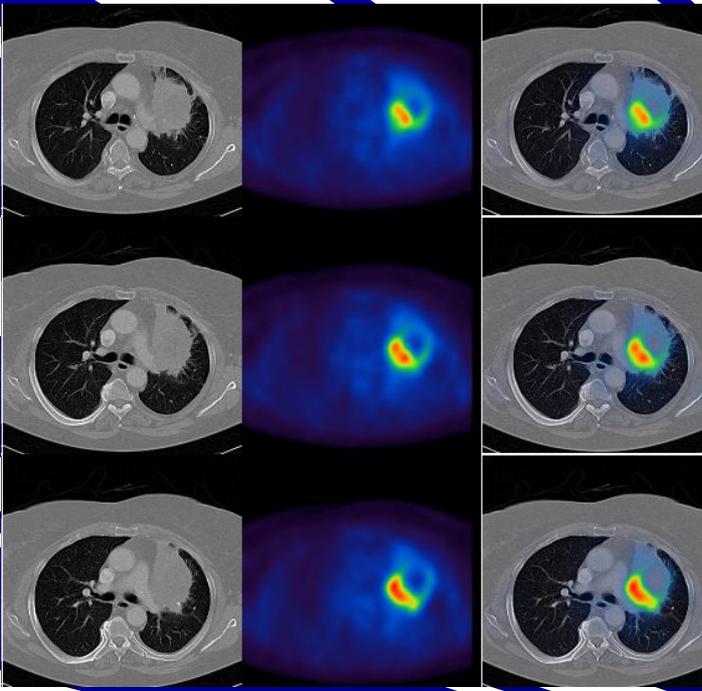
ПЭТ / КТ



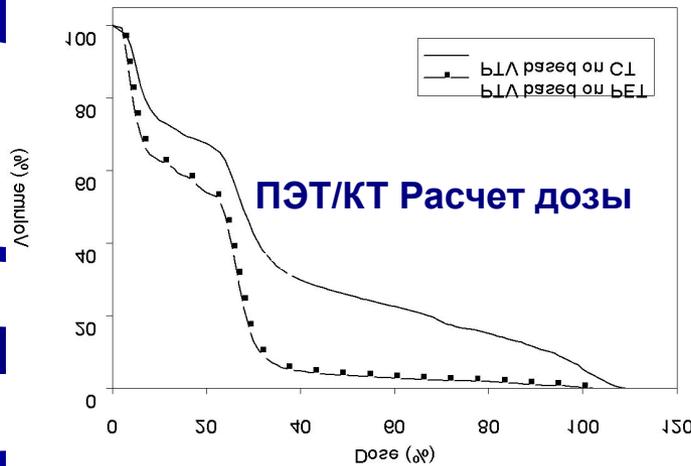
Неопухолевый захват ФДГ

1. Препаративные процессы
2. Некоторые доброкачественные заболевания
3. Физиологические реакции после интубации
4. Аутоиммунные заболевания
5. Паранеопластический синдром

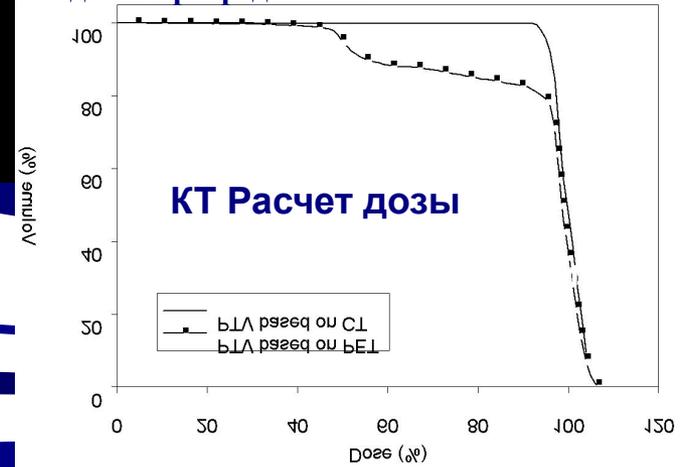
НМРЛ: Значительно меньший планируемый объем облучения по данным ПЭТ в сравнении с КТ (ателектаз).



Изодозное распределение



Изодозное распределение



Заключение

Только комплексное использование морфологических и функциональных методов визуализации является надежным инструментом точной и своевременной диагностики для эффективного лечения онкологических заболеваний



Благодарю за внимание!