

# Методы лучевого исследования патологии костно-суставного аппарата

- ▶ 1. Рентгенологический метод:
- ▶ - рентгенографию костей и суставов в двух проекциях,
- ▶ - рентгенологическое исследование костей и суставов с контрастированием (артрография, фистулография);
- ▶ - КТ костей, суставов с контрастированием и без;

- ▶ 2. УЗИ (ультразвуковое исследование);
- ▶ 3. МРТ (магнитно-резонансная томография);
- ▶ 4. Радионуклидный метод (планарная сцинтиграфия, ОФЭКТ, ПЭТ с использованием РФП на основе короткоживущих радионуклидов).

Рентгенологический метод.

При лучевом исследовании костей и суставов этот метод является основным. Благодаря высокому содержанию в костях солей кальция и фосфора они резко дифференцируются на фоне остальных тканей тела человека.



Рентгенограмма части предплечья и кисти (прямая проекция) при изолированном переломе локтевой кости.

При первичном обследовании применяют рентгенографию.

Основными требованиями к рентгенографии являются:

- выполнение рентгенограмм в двух взаимно перпендикулярных проекциях;
- отображение на снимке двух или хотя бы одного сустава, ближайшего к исследуемой области.



Рентгенограммы голеностопного сустава в прямой и боковой проекциях. Норма.

## Преимущества рентгенографии:

- ▶ широкая доступность метода и лёгкость в проведении исследований;
- ▶ для большинства исследований не требуется специальной подготовки пациента;
- ▶ относительно низкая стоимость исследования.

## Недостатки рентгенографии:

- ▶ статичность изображения - сложность оценки функции органа;
- ▶ наличие ионизирующего излучения, способного оказать вредное воздействие на пациента.

## Показания к рентгенографии:

- ▶ травматические повреждения костей (переломы, вывихи);
- ▶ новообразования, дегенеративно-дистрофические заболевания суставов (артрит, артроз), аномалии развития;
- ▶ контроль эффективности лечения.

## Противопоказания к рентгенографии:

- ▶ общее тяжелое состояние пациента;
- ▶ беременность у женщин из-за негативного влияния на плод;
- ▶ период лактации.

**Артрография** – это метод исследования суставов, заключающийся в искусственном контрастировании их полости с последующей рентгенографией.

### **Цели артрографии:**

- исследование хрящевых и мягкотканых структур суставов (менисков, связок, суставной сумки) с целью выявления травматических и посттравматических изменений;
- диагностировать острый и хронический разрыв суставной капсулы или связочного аппарата коленного, плечевого, голеностопного, тазобедренного или лучезапястного сустава;
- диагностировать внутрисуставные поражения; определить локализацию синовиальных кист.

### **Противопоказания к артрографии:**

- острый артрит;
- повышенная чувствительность организма больного к йоду.



Пневмоартрография коленного сустава в прямой проекции:

1 — вертикальный отрыв внутреннего мениска в паракапсулярной области. Над медиальным мыщелковым бугорком межмыщелкового возвышения большеберцовой кости выявляется внутрисуставное тело; 2 — сустав в

Фистулография – методика рентгенологического исследования свищевых ходов путем заполнения их контрастным веществом с последующей рентгенографией.

### **Цели фистулографии:**

- уточнение протяженности свищей;
- детальное изучение характера и направления свищевых ходов и их разветвлений;
- а также установление наличия или отсутствия связи между свищевыми ходами и очагами деструкции (в частности в костях) и инородными телами, секвестрами, абсцессами и другими полостями, расположенными в соседних со свищевым ходом органах.

### **Противопоказания к фистулографии:**

- тяжелое общее состояние больного;
- острый воспалительный процесс в области свища;
- кровоточащий свищ.



Фистулограммы бедра в прямой задней (а), прямой передней (б) и атипичной косой (в) проекциях. Остеомиелит бедренной кости. Контрастированный свищевой ход извивается в мягких тканях внутренней и передней поверхности бедра и подходит к участку деструкции в бедренной кости. Внутри полости виден секвестр (стрелка).

Компьютерная томография (КТ) костей и суставов - рентгенологический метод исследования, который основан на послойном сканировании исследуемой зоны.



Может быть с контрастированием (КТ-артрография, КТ-фистулография) и без.



КТ-артрография коленного сустава



КТ- фистулография

## Показания к КТ костей и суставов:

- Травматические повреждения костей и суставов, наличие инородных тел и т.д.
- Артриты и артрозы различного происхождения, в том числе туберкулезные, остеомиелитические и другие, коллагенозы.
- Первичные опухоли и метастазы, миеломная болезнь, лимфома и др.

## Противопоказания к КТ без контраста:

- беременность;
- масса тела более максимальной для прибора.

## Противопоказания к КТ с контрастом:

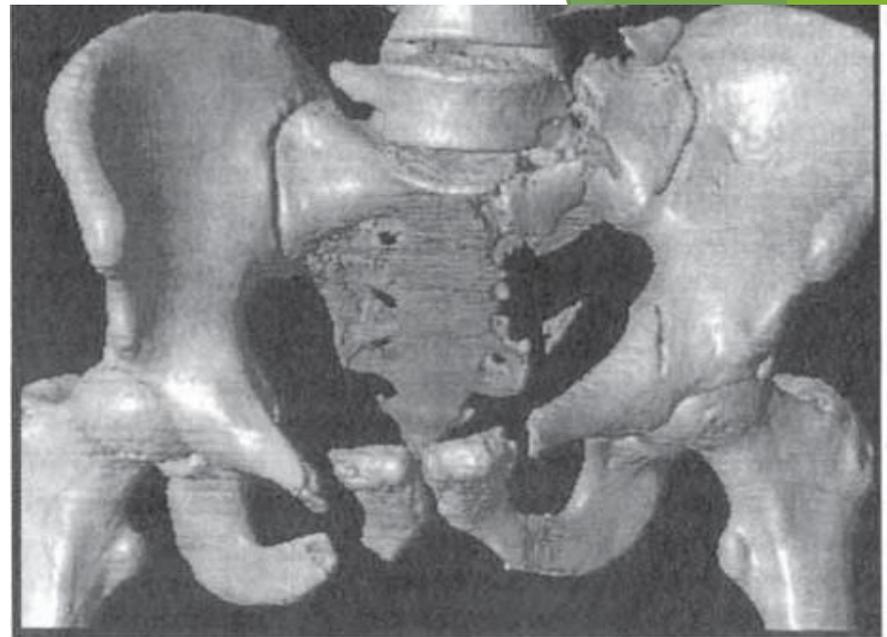
- наличие аллергии на контрастный препарат;
- почечная недостаточность;
- тяжёлый сахарный диабет;
- беременность (тератогенное воздействие рентгеновского излучения).

## Достоинства метода КТ:

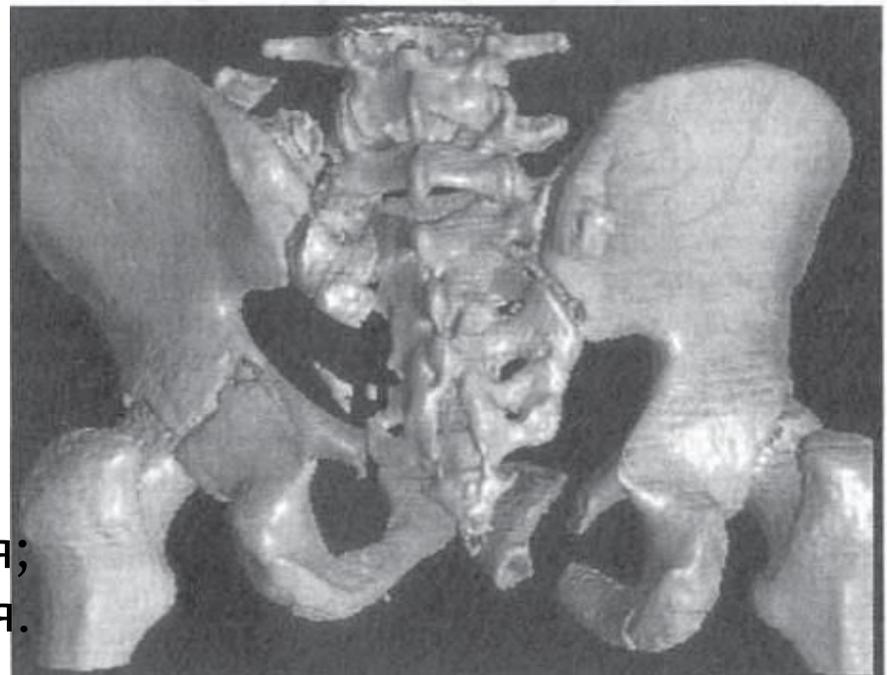
1. неинвазивная процедура;
2. получение детализированных изображений мозга;
3. можно применять как к здоровым, так и к больным.

## Недостатки метода КТ:

1. дает информацию только об анатомическом строении, но не о функциях;
2. пациент подвергается рентгеновскому облучению
3. в высоком качестве получаются только аксиальные срезы (поперечные);
4. качество изображения хуже, чем в МРТ;
5. высокая цена прибора;
6. требуется отдельное помещение для прибора;
7. необходим штат для обслуживания прибора;
8. процедура строго противопоказана для исследования детям и беременным.

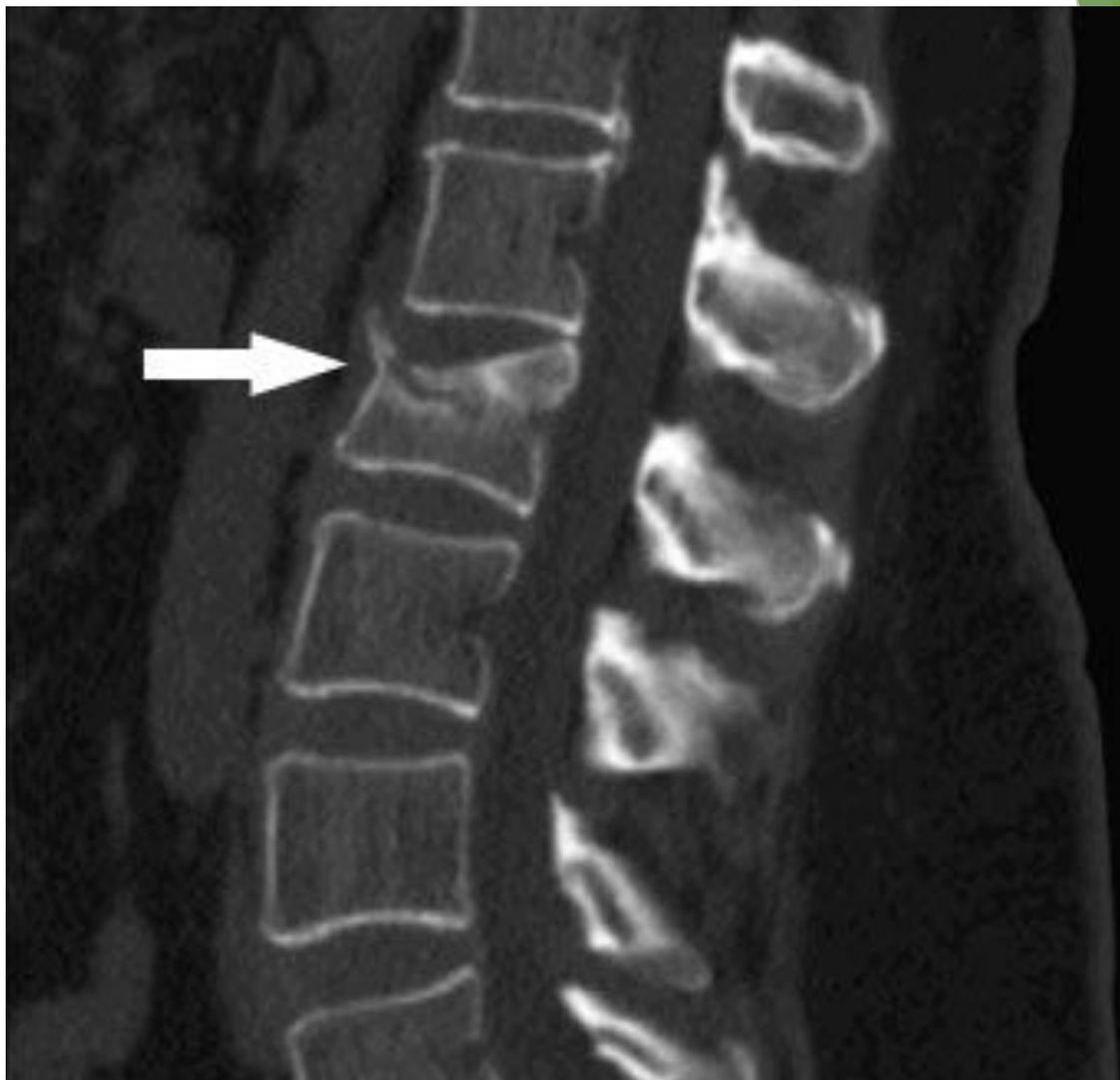


*a*

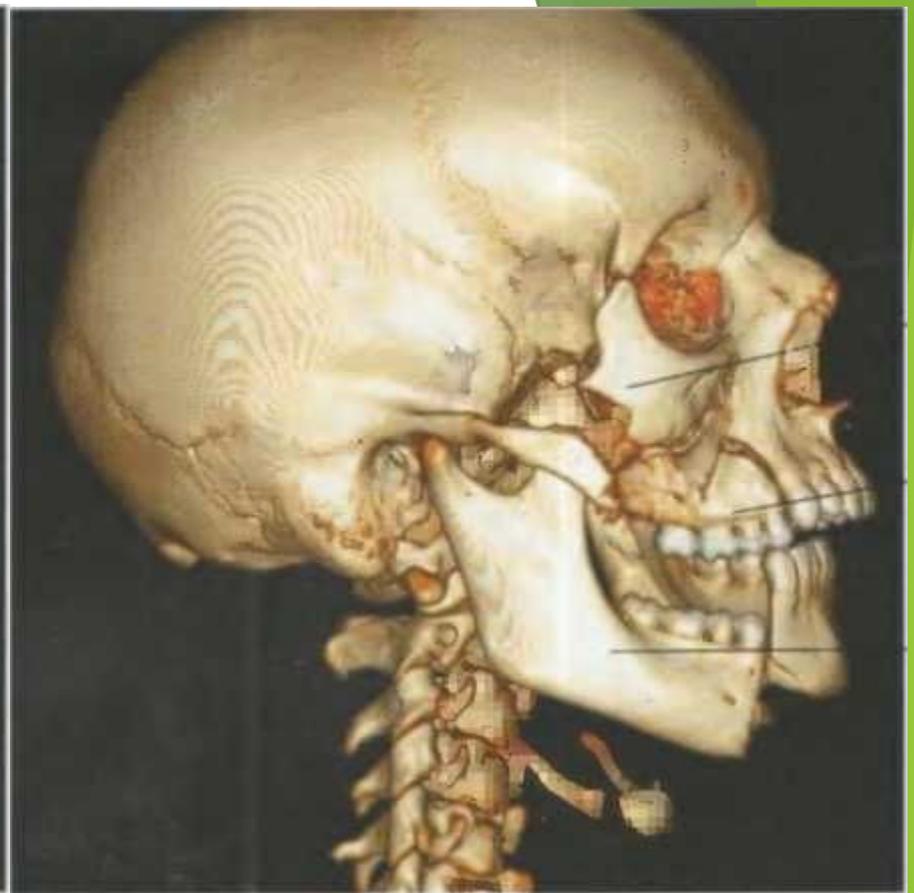
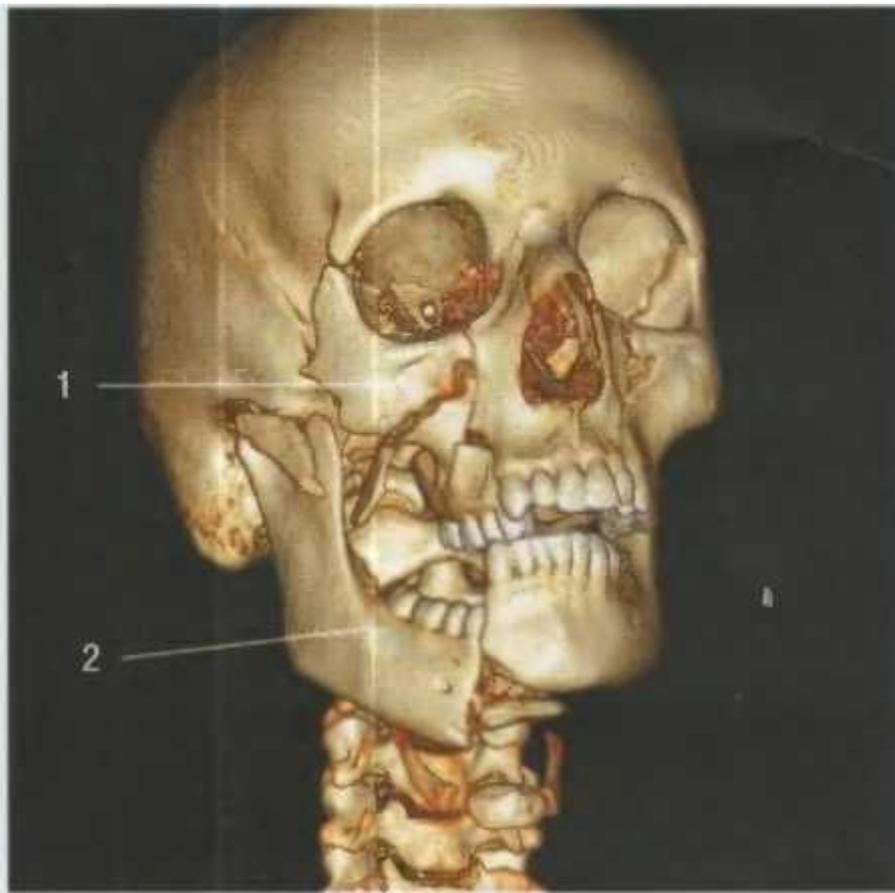


*б*

Компьютерная томограмма  
(трехмерная реконструкция)  
вертикального перелома таза:  
а — переднее-задняя проекция;  
б — заднее-передняя проекция.



Компьютерная томография (КТ) поясничного отдела позвоночника (показан компрессионный перелом позвоночника).



Компьютерная томограмма и 3-d реконструкция. Множественные переломы костей лицевого скелета . Оскольчатый перелом верхней челюсти справа и слева. Перелом в области тела нижней челюсти справа со смещением. Перелом правого и левого скуло-орбитального комплекса со смещением.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) - это современный диагностический метод, который дает возможность визуализировать суставы. Методика УЗИ основана на применении волн ультразвука, которые проникая к структурам сустава, отражаются от них, в результате чего визуализируется изображение.



## Показания к УЗИ суставов:

- увеличения размера суставов, их отечности и болезненности, необходимости контроля в период лечения;
- выявления болей в области позвоночника;
- обследования при болезнях крупных суставов, например коленного, голеностопного, плечевого и т.д.;
- обследования после установки металлических протезов.

## Противопоказания к УЗИ суставов:

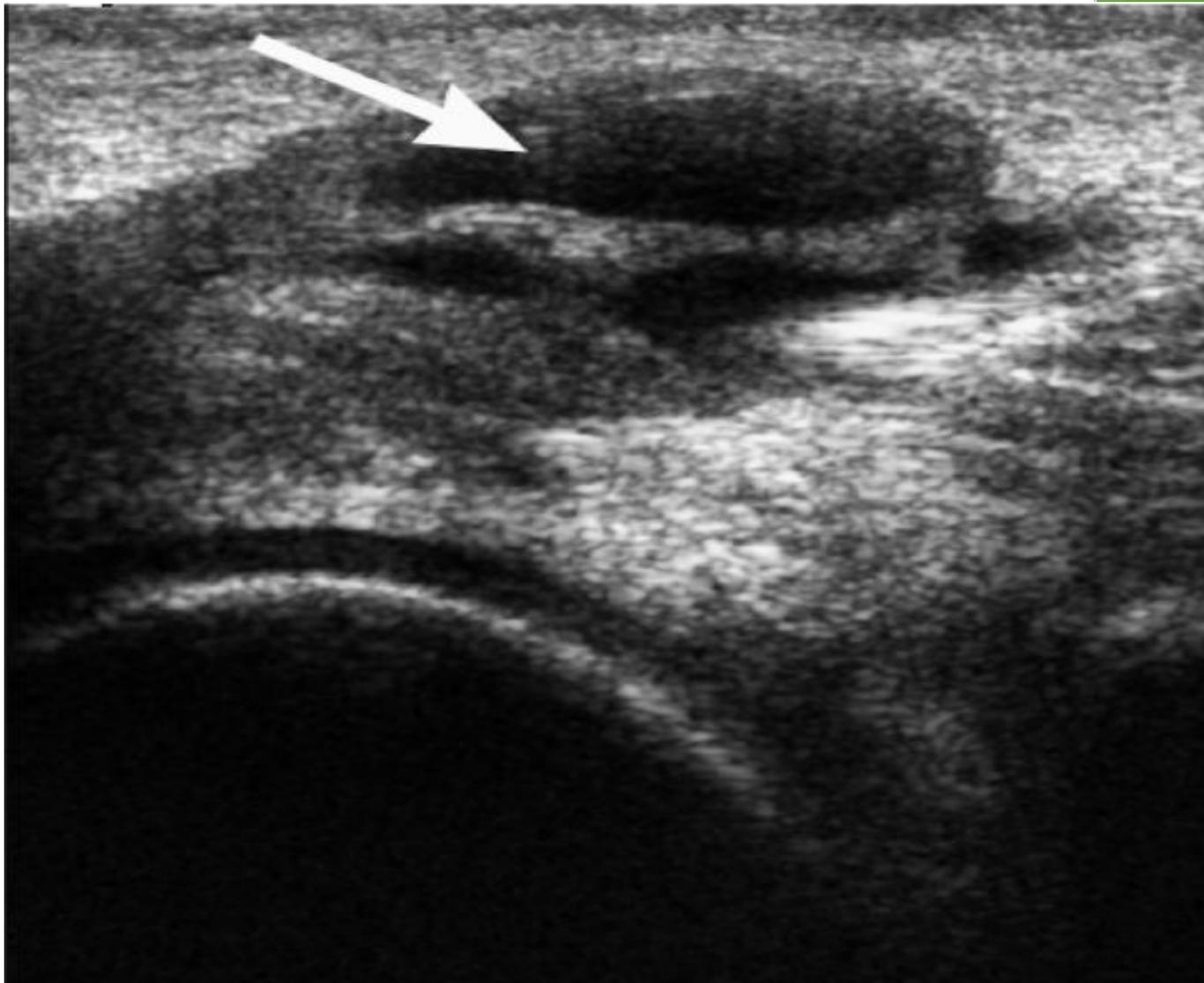
- поражения кожи в исследуемой области, которые могут препятствовать плотному сцеплению ультразвукового датчика с кожей и исказить результаты УЗИ;
- введение внутрь суставов лекарственных препаратов для лечения различных заболеваний. УЗИ будет результативным только в том случае, если будет проводиться через четыре-пять дней после последней инъекции.

## Преимущества метода:

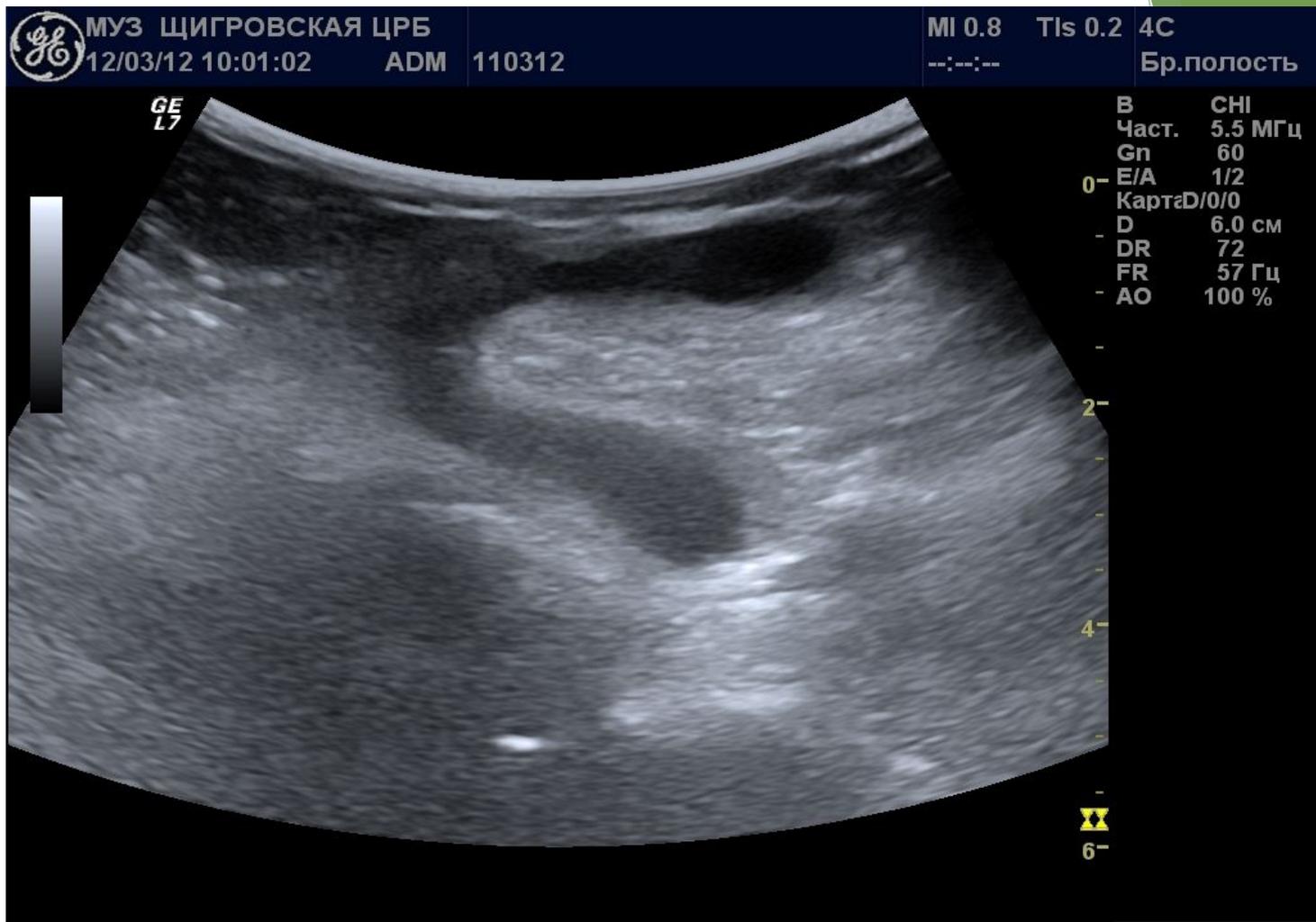
- ▶ неинвазивность;
- ▶ безболезненность;
- ▶ безвредность;
- ▶ доступная стоимость.



Синовит левого тазобедренного сустава.



Эхограмма подколенной области. Подколенный бурсит. Определяется скопление жидкости в подколенной сумке (стрелка).



Выпот в заднем завороте коленного сустава, полуперепончатый, тибiallyно-коллатеральный бурсит.

## Показания к проведению МРТ костей и суставов:

- ▶ спортивная и неспортивная травма дегенеративные заболевания суставов;
- ▶ хронические артриты;
- ▶ грыжа межпозвонковых дисков;
- ▶ наличие болевого синдрома в суставе или в мягких тканях вокруг;
- ▶ припухание сустава.

## Противопоказания к МРТ костей и суставов:

- ▶ присутствие в теле металлсодержащих предметов (осколков, кардиостимуляторов, электромеханических имплантатов и др.), которые могут намагничиваться и перегреваться в ходе процедуры, а также наличие татуировок, нанесенных красками с частицами металла;
- ▶ клаустрофобия;
- ▶ причины, мешающие сохранять неподвижность в течение процедуры (30-40 минут);
- ▶ вес свыше 130 кг;

МРТ с контрастированием не рекомендуется при беременности.

## Преимущества метода:

- ▶ безвредность обследования (отсутствие лучевой нагрузки) – при исследовании не используется рентгеновское излучение, в отличие от КТ и рентгенодиагностики;
- ▶ высокая разрешающая способность - на МРТ можно увидеть объекты размером до нескольких миллиметров и есть возможность получать изображение в любой проекции;
- ▶ визуализация любых тканей в норме и при наличии патологии.

## Недостатки метода:

- ▶ не видны динамические и функциональные изменения (легкие, сердце);
- ▶ плохо видны костные структуры, камни, кальцификаты (тут лучше поможет рентгенография или КТ);
- ▶ долгое время нужно сохранять неподвижность (20-30 мин.);
- ▶ достаточно высокая стоимость оборудования и его эксплуатации;
- ▶ специальные требования к помещениям, в которых находятся приборы (экранирование от помех);
- ▶ невозможность обследования больных с клаустрофобией, искусственными водителями ритма, крупными металлическими имплантатами.



Магнитно-резонансная томография коленного сустава. Слева - нормальная передняя крестообразная связка. На снимке она выглядит как равномерный темный тяж. Справа - разрыв передней крестообразной связки в ее верхней части. Связка на снимке не целая и светлая.



МРТ тазобедренного сустава. Асептический некроз головки бедренной кости.

# Травматические повреждения костей и суставов

Перелом кости – полное или частичное нарушение целостности кости при нагрузке, превышающей прочность травмируемого участка скелета.

Переломы могут возникать как вследствие травмы, так и в результате различных заболеваний, сопровождающихся изменениями в прочностных характеристиках костной ткани.

По тяжести поражения переломы костей бывают:

- полные - без смещения (например, под надкостницей), со смещением отломков;
- неполные - трещины и надломы.

# Классификация переломов

По этиологическому фактору:

- ▶ Травматические
- ▶ Нетравматические (патологические).

В зависимости от повреждения кожных покровов:

- ▶ 1. Открытые
  - Первичнооткрытые
  - Вторичнооткрытые
- ▶ 2. Закрытые.
  - Неполные
  - Полные

По локализации костного дефекта различают переломы:

- ▶ Диафизарные
- ▶ Метафизарные
- ▶ Эпифизарные

# Классификация переломов

**В зависимости от расположения:**

- ▶ Переломы в нижней трети кости
- ▶ В средней трети
- ▶ В верхней трети.

**По степени «оскольчатости» выделяют переломы:**

- ▶ Многооскольчатые
- ▶ Крупнооскольчатые

**В зависимости от направления плоскости излома различают:**

- ▶ Поперечные
- ▶ Косые
- ▶ Винтообразные
- ▶ Продольные

# Классификация переломов

Классификация переломов по наличию смещения:

- ▶ без смещения отломков
- ▶ со смещением отломков

В зависимости от пространственной ориентации отломков различают смещения:

- ▶ По длине
- ▶ По ширине
- ▶ Под углом
- ▶ Ротационные
- ▶ Угловые смещения кости в сегменте с двумя длинными костями (предплечье, голень) называют еще аксиальным смещением.

# Тактика рентгенологического исследования:

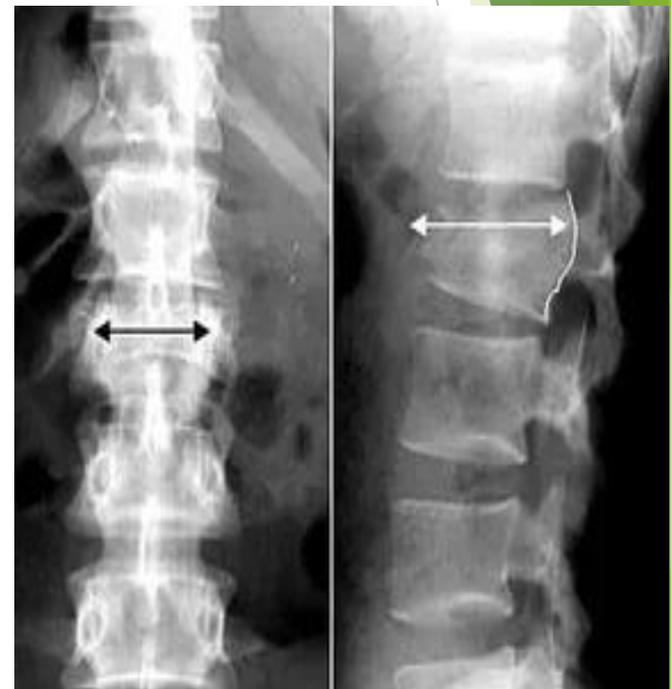
1. При поступлении пострадавшего в приемный покой;
2. Сразу после репозиции костей или вправления вывихов (подвывихов) и иммобилизации конечности гипсовой повязкой или металлоконструкцией;
3. Через 7-14 дней для определения вторичного смещения отломков или суставных концов костей, образующих сустав;
4. В динамике для контроля эффективности лечения перелома/вывиха (подвывиха) (сроки рентгеновского исследования зависят от средней продолжительности консолидации костей данного сегмента, например, ключица, предплечье, кости кисти и стопы (кроме ладьевидной, таранной и пяточной) - 4 недели, плечевая кость - 2 месяца, большеберцовая, ладьевидная, таранная и пяточная кости - 3 месяца, бедренная кость - 4-6 месяцев);
5. Перед снятием и после снятия иммобилизации

# Рентгенологические признаки переломов

- ▶ Наличие линии перелома
- ▶ Смещение костных фрагментов
- ▶ Нарушение целостности костной ткани
- ▶ Деформация кости (конечности)
- **Свежий перелом** - линия перелома имеет неровные, резкие края;
- **Несвежий перелом** - через 7-10 дней после травмы происходит резорбция краев костных отломков;
- **Застарелый перелом** - через 2-3 недели после травмы (остеопороз отломков кости, нечеткость краев костных отломков).

# Рентгенологические признаки переломов

- ▶ *Линия перелома* определяется в виде полосы просветления с четкими (нечеткими) контурами.
- ▶ При компрессионных переломах- в виде полосы затемнения. Отмечается также деформация кости



# Полный перелом малоберцовой кости



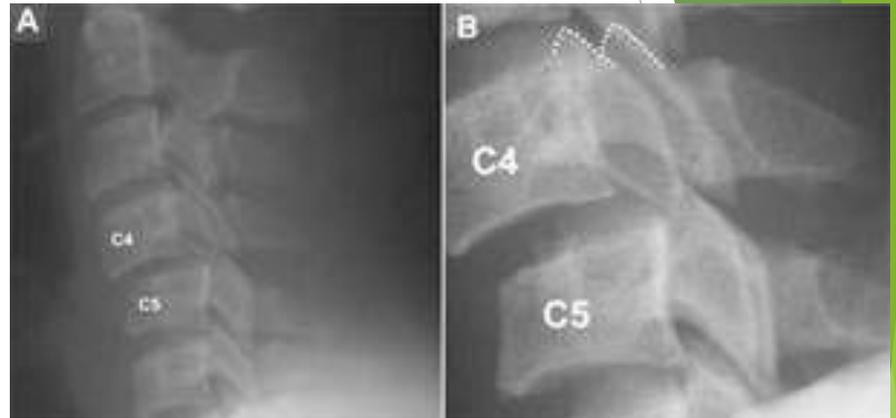
Рентгенологическим признаком трещины кости является нарушение целостности наружной границы компактного слоя кости, отображающееся на снимке или экране в виде линии просветления, исчезающей в тени кости.

Рентгенологическим признаком вывиха является

- несоответствие суставных поверхностей друг к другу, нормальные пространственные взаимоотношения между главными элементами сустава – суставной головкой и впадиной – нарушены;
- суставная впадина представляется на снимке запустевшей, а головка сустава расположена в стороне от впадины.

*Если суставные поверхности совсем не соприкасаются друг с другом, и головка совершенно отошла от впадины, то вывих обозначается как полный; подвывихом, или неполным вывихом, называется частичное смещение головки по отношению к впадине с сохранением их частичного контакта.*

# Вывихи



# Особенности переломов у детей

- ▶ □ Эпифизиолиз - разрыв эпифизарной пластины или отрыв ее вместе с костным фрагментом (остеоэпифизиолиз);
- ▶ □ Поднадкостничные переломы - по типу «зеленой ветки» складчатые переломы

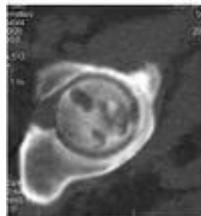


# Стадии заживления переломов

- ▶ 1 фаза: образование соединительно-тканной мозоли - продолжительность 10-12 дней, на R-грамме нерезкость краев отломков;
- ▶ 2 фаза: образование остеоидной мозоли - 1-1,5 мес. На R-грамме - между фрагментами линия перелома в виде затемнения низкой или средней интенсивности, негомогенного характера - **первичная костная мозоль**;
- ▶ 3 фаза: образование истинной костной мозоли (2-2,5 мес.). На R-грамме тень периостальной мозоли - затемнение высокой интенсивности, повторяющее линию перелома;
- ▶ 4 фаза: функциональная перестройка костной мозоли, восстановление обычной костной структуры

# Патологическое заживление переломов костей

- ▶ Неправильно сросшиеся переломы
- ▶ Посттравматические синостозы
- ▶ Избыточная костная мозоль
- ▶ Асептический некроз
- ▶ Несросшийся перелом
- ▶ Ложный сустав
- ▶ Неоартроз



# Рентгеносемиотика воспалительных заболеваний костей и суставов

Неспецифические



Специфические



*Эндогенные* (чаще у детей - гематогенный путь распространения инфекции);

Экзогенные (при проникновении инфекции извне при повреждении покровных тканей)



Оститы, остеомиелиты, артриты

# Гематогенный остеомиелит

Рентгенологические признаки:

- ▶ Рентгенологические симптомы появляются на 2-й недели после острого начала болезни;
- ▶ Поражение метафиза, распространение на диафиз кости;
- ▶ Локальный остеопороз;
- ▶ Очаги деструкции костной ткани с периостальными наслоениями (линейными, слоистыми, бахромчатыми);
- ▶ Свищи, корковые секвестры

# Посттравматический остеомиелит

- ▶ Рентгенологические симптомы появляются к концу 3-4-й недели после травмы;
- ▶ Поражение любого участка кости в зависимости от локализации травмы;
- ▶ Локальный остеопороз;
- ▶ Очаги деструкции костной ткани с периостальными наслоениями (линейными, слоистыми, бахромчатыми);
- ▶ Секвестры (губчатые, корковые);
- ▶ Наличие ран, свищей.

# Артрит

- ▶ это группа болезней воспалительного генеза, при котором поражаются разнообразные элементы сустава: хрящ, синовиальная оболочка, капсула и т.д. Существует около 100 различных форм заболеваний суставов и патологических процессов, при которых артрит является частым, а зачастую ведущим проявлением.

## Рентгенологические признаки артрита:

- ▶ уплотнение и утолщение периартикулярных тканей, что обусловлено экссудативно-пролиферативными процессами;
- ▶ смывание контура и структуры сустава при наличии выпота;
- ▶ суживание суставной щели;
- ▶ образование эрозий (узур) - краевые дефекты костной ткани, выявляемые на проксимальных и дистальных костях, составляющих сустав;
- ▶ анкилоз - неподвижность сустава вследствие сращения суставных поверхностей;
- ▶ подвывихи в пястно-фаланговых суставах с отклонением пальцев в локтевую сторону.

Ревматоидный артрит:  
в начальной стадии (а)  
определяются краевые  
кортикальные дефекты  
головок пястных костей  
(стрелки);  
при прогрессировании  
заболевания (б) отмечается  
выраженная деформация



# Артрозы

хроническое заболевание сустава дегенеративно - дистрофического характера.

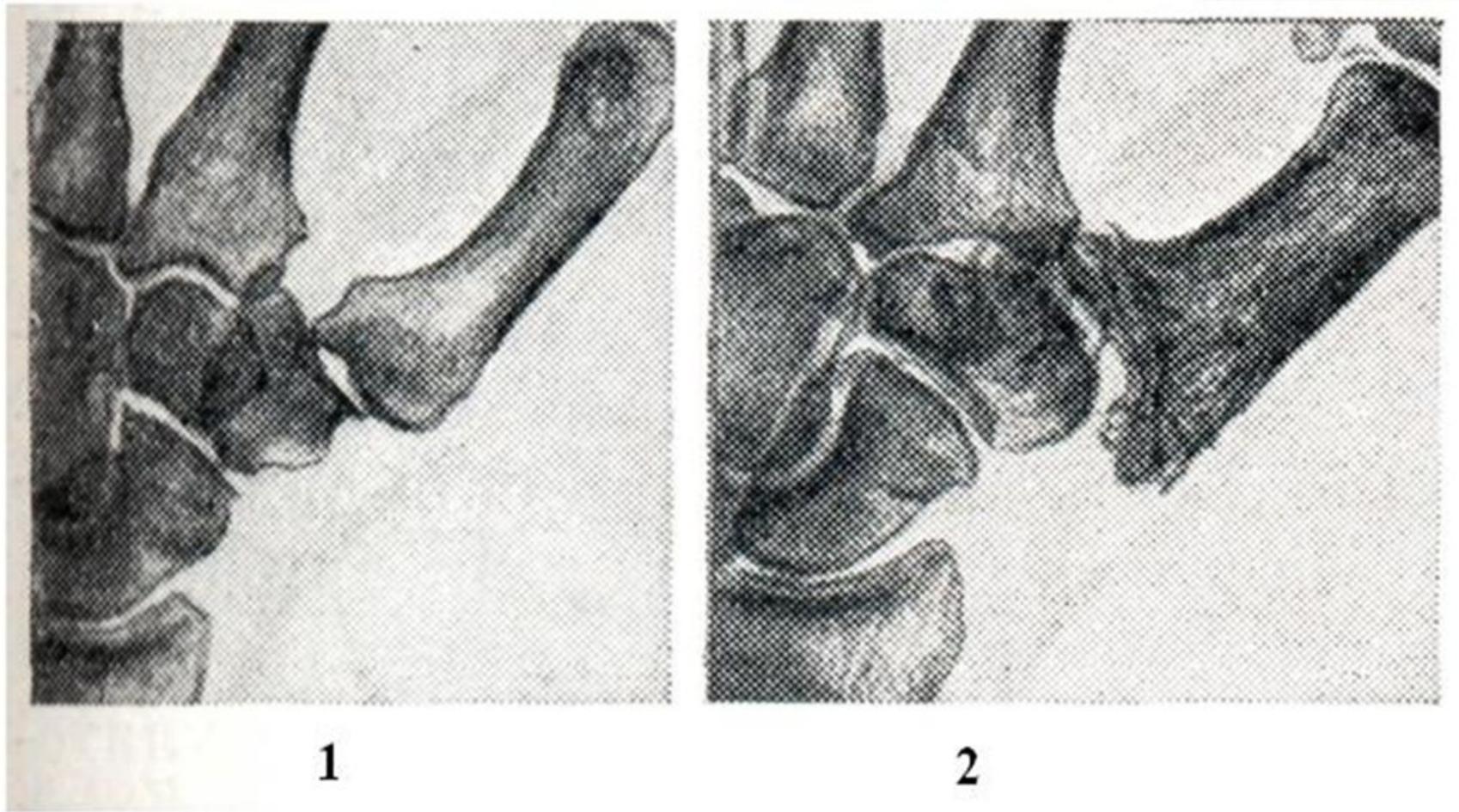
Возникает при:

- ▶ нарушениях обмена веществ,
- ▶ профессиональных вредностях,
- ▶ хронических травмах,
- ▶ интоксикациях и т. д.

Характерны изменения в сочленяющихся поверхностях костей, боль, ограничение подвижности в суставе и его деформация.

# Рентгенологические признаки артроза

- ▶ неравномерное сужение суставной щели: наиболее выражено в сегментах, испытывающих максимальную нагрузку;
- ▶ субхондральный склероз (уплотнение костной ткани);
- ▶ наличие остеофитов - костных краевых разрастаний, увеличивающих площадь соприкосновения, изменяющих конгруэнтность (сопоставление) суставных поверхностей.
- ▶ Перестройка структуры костной ткани (остеосклероз)



Запястно-пястный сустав I пальца:

1 – здорового человека;

2 – больного артрозом (рентгенограммы).

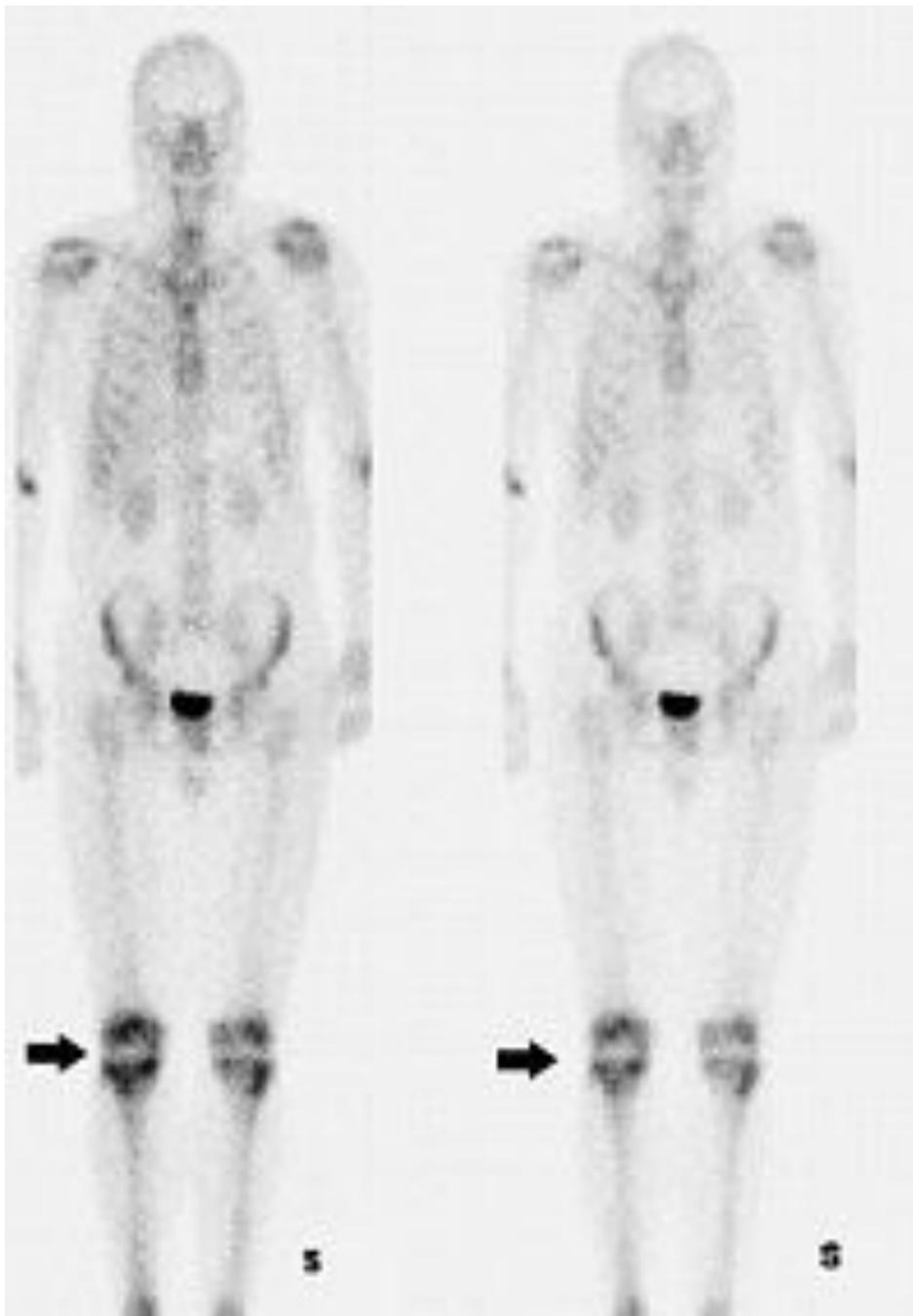
Радионуклидную визуализацию костей и суставов выполняют путем внутривенного введения остеотропных радиофармацевтических препаратов

(РФП) :

- ▶ планарная сцинтиграфия;
- ▶ ОФЭКТ (однофотонная эмиссионная компьютерная томография);
- ▶ ПЭТ (позитронно-эмиссионная томография) с использованием радиофармацевтического препарата (РФП).

Остеосцинтиграфия — метод радионуклидной диагностики, основанный на введении в организм пациента тропного к костной ткани радиофармацевтического препарата (РФП) и последующей регистрации его распределения и накопления в скелете с помощью гамма-излучения изотопа, входящего в состав препарата. Регистрацию распределения радиофармацевтического препарата проводят с помощью гамма-камеры.

Данный метод — один из наиболее востребованных в ядерной медицине за счёт высокой чувствительности выявления патологии костей. Чувствительность метода основана на способности обнаруживать функциональные, а не структурные изменения.



Типичная картина  
артроза,  
выявленная при  
сканировании с  
РФП

## Показания к сцинтиграфии костей и суставов:

- ▶ 1. Первичное поражение костей;
- ▶ 2. Вторичное (метастатическое) поражение костей;
- ▶ 3. Воспалительные заболевания костей и суставов (остеомиелит, артриты, дисметаболические артропатии);
- ▶ 4. Травматические повреждения костной системы (в том числе скрытые и стресс-переломы);
- ▶ 5. Боли в позвоночнике, сакроилеиты, дифференциальная диагностика доброкачественного (остеохондроз, патология межпозвоночных дисков, спондилолистез) и вторичного (злокачественного) поражения;
- ▶ 6. Оценка эффективности химиотерапевтического, лучевого и радионуклидного лечения;
- ▶ 7. Наличие болевого синдрома неизвестной природы предположительно связанного с костно-мышечной системой;
- ▶ 8. Определение жизнеспособности костных трансплантатов;
- ▶ 9. Выявление несостоятельности и наличия воспалительного процесса (инфицирования) в области суставных протезов.

## Противопоказания:

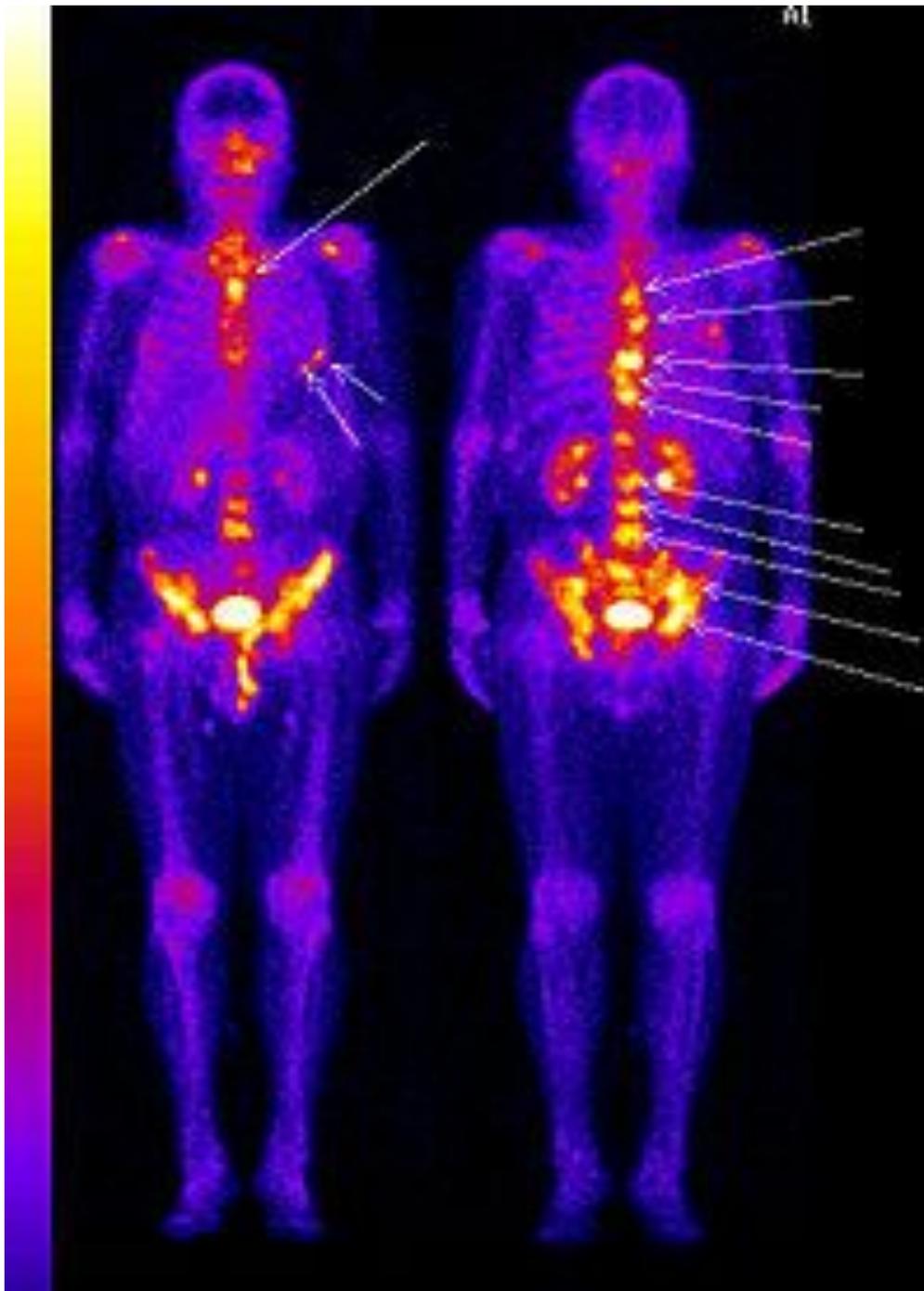
- ▶ 1. беременность;
- ▶ 2. период кормления грудью;
- ▶ 3. тяжелое состояние пациента ;
- ▶ 4. избыточный вес пациента ( более 150 кг).

## Преимущества метода:

- ▶ 1. возможность выявления участков нарушенного метаболизма в костной ткани на ранних стадиях их возникновения;
- ▶ 2. возможность визуализации всего тела (в режиме whole body), необходимых для уточнения прицельных проекций и ОФЭКТ без увеличения лучевой нагрузки на пациента;
- ▶ 3. возможность сопоставления или совмещения скинтиграфического (функционального) изображения с данными морфологических исследований (КТ, МРТ) для более точной диагностики.

## Недостатки метода:

- ▶ плоскостные скинтиграммы костей и суставов, когда изображения одних участков накладываются на другие, что ограничивает точность оценки.



Сцинтиграфия  
метастатическо  
го поражения  
скелета с  
помощью РФП

## ОФЭКТ (однофотонная эмиссионная компьютерная томография) -

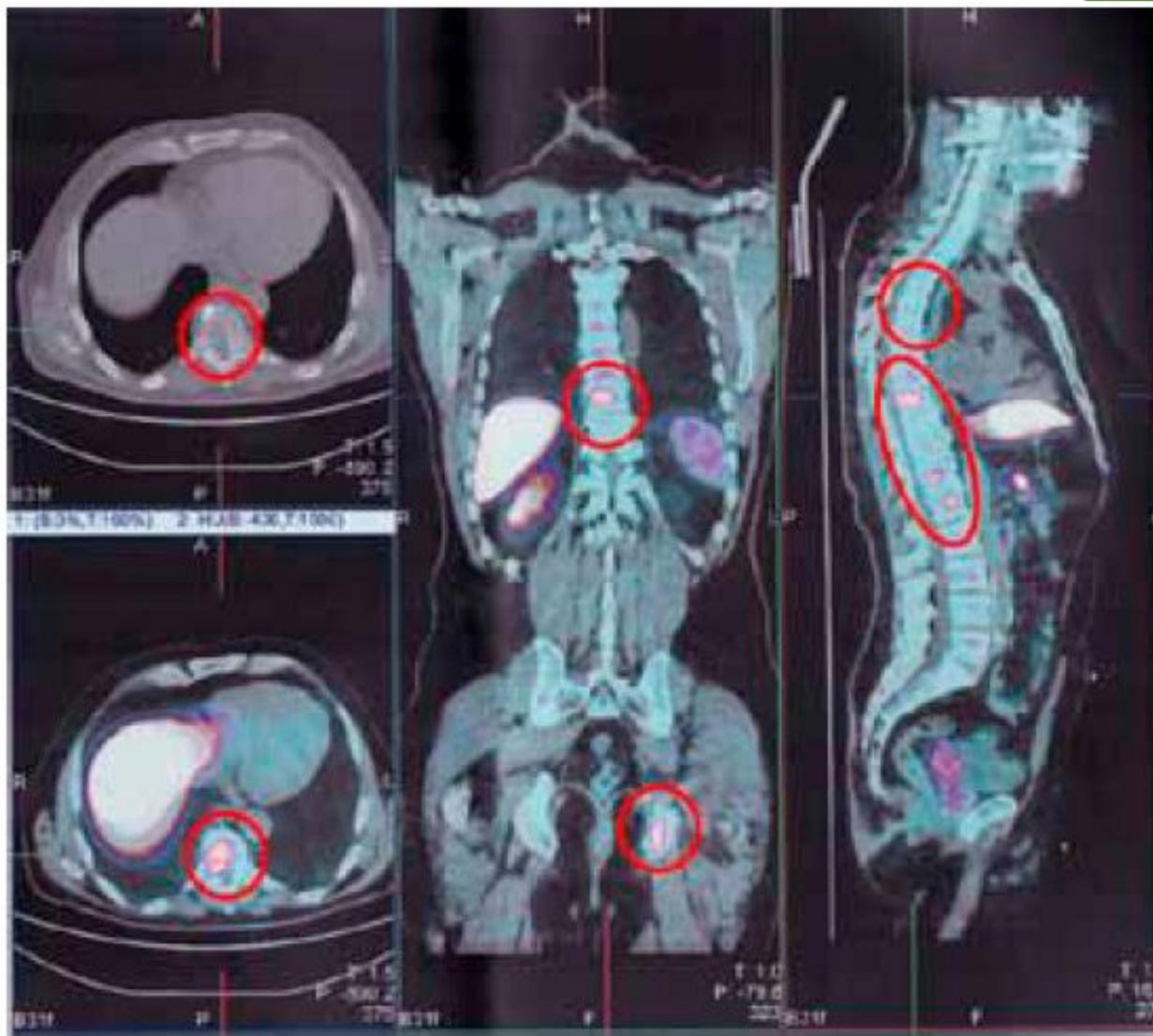
разновидность эмиссионной томографии; диагностический метод создания томографических изображений распределения радионуклидов. В ОФЭКТ применяются радиофармпрепараты, меченные радиоизотопами, ядра которых при каждом акте радиоактивного распада испускают только один гамма-квант (фотон) (для сравнения, в ПЭТ используются радиоизотопы, испускающие позитроны).

## Показания к ОФЭКТ:

- ▶ сомнительное повышение накопления РФП, недостаточное для интерпретации природы данного участка (доброкачественного или злокачественного) и требующее уточнения его локализации;
- ▶ 2. расположение участка повышенного накопления РФП в области суперпозиции костных структур;
- ▶ 3. большое количество участков поражения костной ткани, выявленных на КТ или МРТ;
- ▶ 4. необходимость сравнения (сопоставления) с другими методами визуализации.

## Противопоказания:

- ▶ беременность,
- ▶ период кормления грудью,
- ▶ тяжелое состояние пациента.



Метастазы рака в позвоночник и кости таза.

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) она же двухфотонная эмиссионная томография – радионуклидный томографический метод исследования внутренних органов человека. Метод основан на регистрации пары гамма-квантов, возникающих при аннигиляции позитронов с электронами. Позитроны возникают при позитронном бета-распаде радионуклида, входящего в состав радиофармпрепарата, который вводится в организм перед исследованием.

У здорового человека РФП сравнительно равномерно и симметрично накапливается в скелете. Снижение или повышение накопления РФП в костях указывает на патологические процессы.

Среди специалистов данный метод диагностики получил название «функциональная томография», что отражает главное отличие исследования от МРТ и КТ. Среди РФП наиболее часто используется фтордезоксиглюкоза (сокращенно ФДГ), которая помогает достоверно оценить энергетический метаболизм. Данный препарат обладает свойством накапливаться в очагах злокачественного поражения (опухолях и метастазах). То есть, ПЭТ с ФДГ - высокоинформативный метод исследования степени распространения ракового поражения по организму.

## Показания к ПЭТ с РФП:

- ▶ аномалии развития скелета;
- ▶ нарушения обмена веществ;
- ▶ переломы костей;
- ▶ участки костных инфарктов и асептического некроза;
- ▶ воспалительные и опухолевые заболевания.

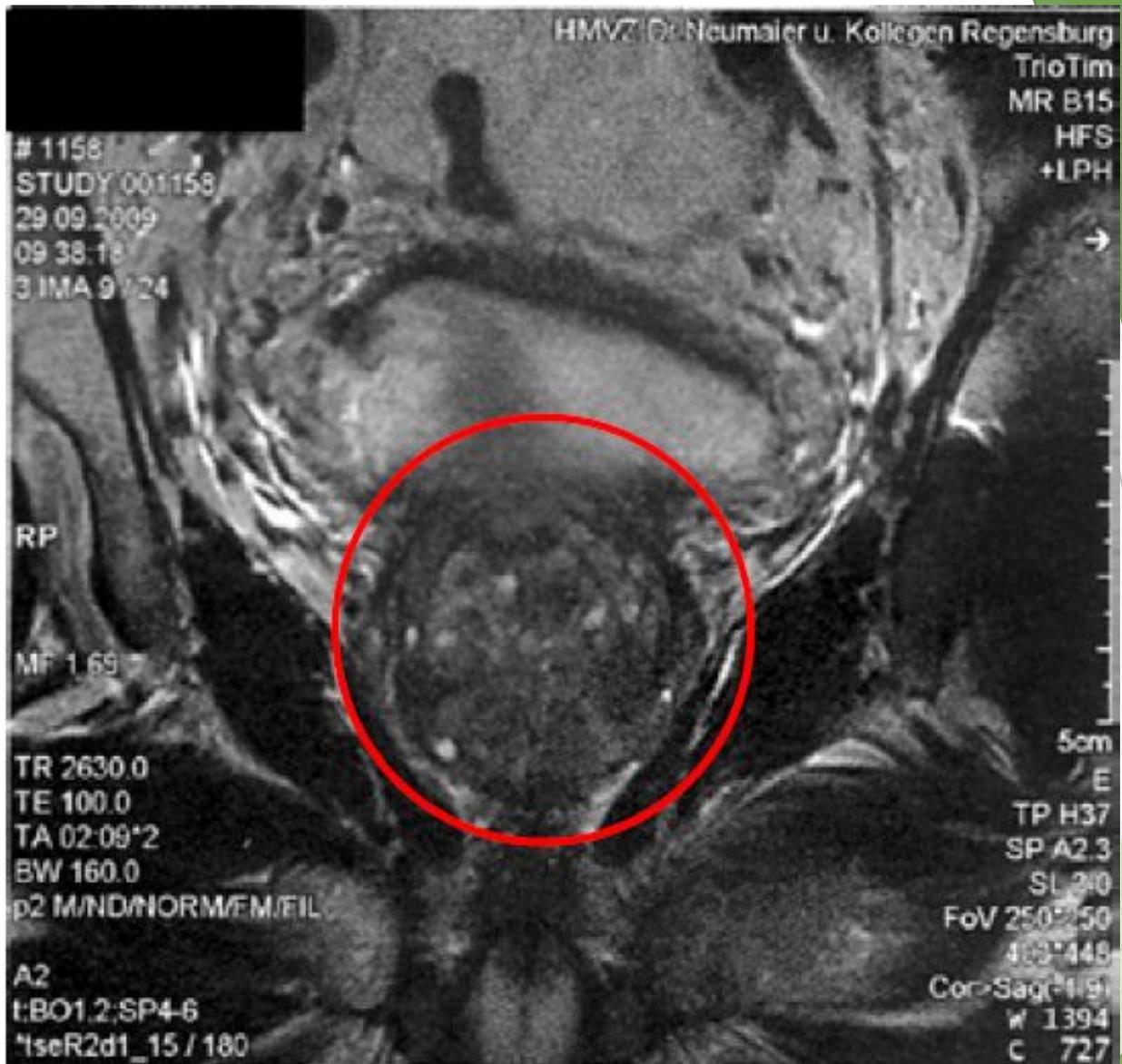
## Противопоказания к ПЭТ с РФП

- ▶ беременность (подтвержденная/предполагаемая);
- ▶ грудное вскармливание (не является противопоказанием, но должно быть прекращено минимум на 6 часов после введения радиофармпрепарата);
- ▶ сахарный диабет (при исследованиях с фтордезоксиглюкозой; необходима консультация лечащего врача и предварительная коррекция уровня глюкозы в крови);
- ▶ почечная недостаточность (с осторожностью, так как при недостаточной функции почек, данные ПЭТ могут искажаться за счет задержки радиофармпрепарата в организме).

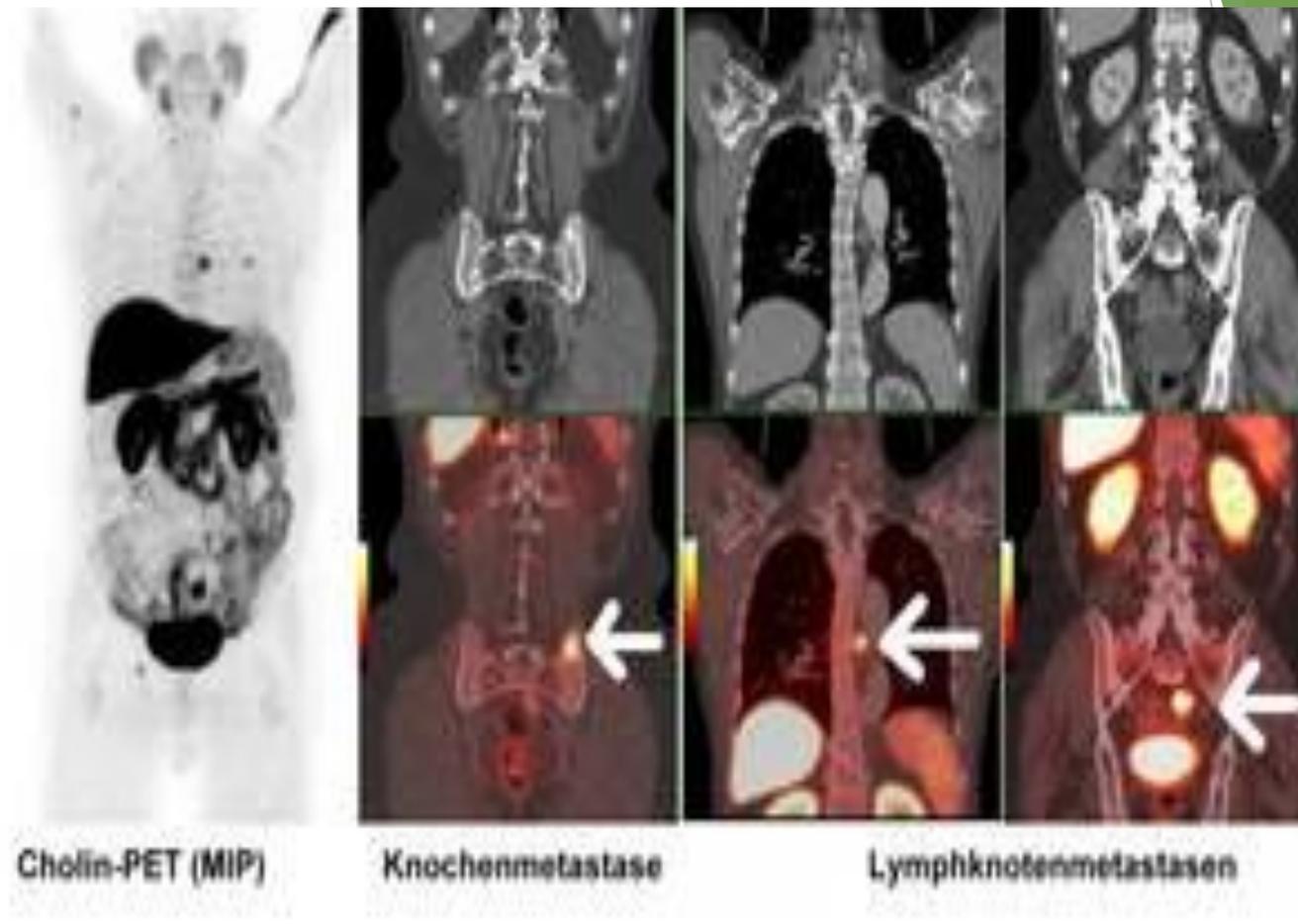
## Преимущества метода:

- ▶ высокая диагностическая точность;
- ▶ одно исследование заменяет собой несколько различных видов диагностики;
- ▶ отсутствие болевых или неприятных ощущений и вредных побочных явлений;
- ▶ возможность охватить все органы в одном исследовании;
- ▶ диагностика заболеваний на ранних стадиях;
- ▶ исключение неэффективных или необязательных оперативных или медикаментозных методов лечения;
- ▶ позитронно-эмиссионная томография практически безвредна.

Единственный существенный недостаток ПЭТ - отсутствие данных о строении органов. Установить в точности местонахождение выявленных очагов поражения достаточно трудно. Данный недостаток был устранен с присоединением к ПЭТ методики КТ сканирования. Проведение этих двух исследований одновременно и совмещение поступающей информации, позволяет получить изображение органов и тканей с наложенной поверх него картой



Сцинтиграфия скелета (метастазы в седалищную кость и позвоночник).



Рецидив рака предстательной железы. ПЭТ-КТ с радиофармпрепаратом F18-холин показывает множественные метастазы в лимфоузлы и кости.



Исследование ПЭТ-КТ. Множественные метастазы во всех отделах позвоночника, костях таза, ребрах, левой ключице.