

Лекция № 7

АППАРАТНО-КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ СИСТЕМЫ

План лекции

- 7.1. Аппаратно-компьютерные медицинские системы. Определение
- 7.2. Классификация аппаратно-компьютерных медицинских систем
 - 7.2.1. Системы для получения медицинских диагностических изображений
 - 7.2.1.1. Рентгенодиагностические аппараты
 - 7.2.1.2. Ультразвуковые аппаратно-компьютерные комплексы
 - 7.2.1.3. Аппаратно-компьютерные комплексы радионуклидной визуализации
 - 7.2.1.4. Аппаратно-компьютерные комплексы реконструкции первичных цифровых изображений
 - 7.2.1.4.1. Компьютерные томографы – КТ
 - 7.2.1.4.2. Магнитно-резонансные томографы (МРТ)
 - 7.2.1.4.3. Методика мультимодальных изображений
 - 7.2.1.4.4. Методика субтракции медицинских изображений
 - 7.2.2. Аппаратно-компьютерные системы для получения параметрических данных
 - 7.2.3. Системы получения функциональных данных
 - 7.2.3.1. Аппаратно-компьютерные системы функционального состояния органов

7.1. Аппаратно-компьютерные медицинские системы. Определение

Аппаратно-компьютерные медицинские системы

представляют собою комплекс, состоящий из двух частей – медицинского аппарата и специализированного компьютера.

В качестве медицинских аппаратов могут быть представлены

1. Диагностические устройства,
2. Лечебные устройства
3. Контролирующие (мониторинговые) устройства.

Компьютерная часть системы может базироваться на любой аппаратной платформе, находящейся под управлением специализированных медицинских программ.

7.2. Классификация аппаратно-компьютерных медицинских систем

По своему назначению аппаратно-компьютерные медицинские системы подразделяются на 5 основных групп:

1. для получения медицинских диагностических изображений органов человека,
2. для получения параметрических данных,
3. для получения функциональных данных,
4. для выполнения мониторинга,
5. терапевтического направления.

7.2.1. Системы для получения медицинских диагностических изображений

1. Это сложные технические устройства, в которых установлены мощные компьютеры.
2. Эти специализированные компьютеры работают, как правило, под управлением сложных операционных систем, таких, например, как Unix, Windows NT, Linux, и имеют развитое прикладное программное обеспечение.

Для получения медицинских диагностических изображений используются аппаратно-компьютерные комплексы двух типов.

7.2.1. Системы для получения медицинских диагностических изображений

Все аппаратно-компьютерные медицинские системы диагностического направления условно делятся на

- 1. Операторозависимые**
- 2. Операторонезависимые**

Операторозависимые системы

Операторозависимые системы - результирующие данные в значительной степени зависят от искусства врача, его умения управлять первичным сбором данных.

К таким системам можно отнести ультразвуковые сканеры.

В них результирующая ультразвуковая картина исследуемого органа в значительной степени зависит от того, как врач проводит **лоцирование** исследуемого органа, каково расположение датчика и ракурс визуализации.

Поэтому **при исследованиях с применением операторозависимых систем твердые копии изображений имеют ограниченное медицинское и юридическое значение.**

Операторонезависимые системы

Операторонезависимые системы - результирующее изображение органа в первую очередь связано с настройкой аппарата и физическими параметрами его функционирования.

К таким системам относятся

- цифровая рентгенография,
- компьютерная томография,
- рентгеновская томография,
- магнитно-резонансная томография,
- радионуклидная визуализации.

Итоговые данные исследований, выполненных с помощью операторонезависимых систем, объективно отражают сущность изучаемого органа.

7.2.1. Системы для получения медицинских диагностических изображений



Первоначальное изображение получается в аналоговом виде, затем оно оцифровывается в АЦП (аналогово-цифровой преобразователь) и далее существует в цифровом виде

7.2.1.1. Рентгенодиагностические аппараты

Наиболее распространенные рентгенодиагностические аппараты существуют 2-х типов

1. **Аналоговое изображение** оцифровывается ПЗС-матрицей и затем передается в процессор для дальнейшей обработки и анализа. Итоговое изображение представляет собой рентгенограмму с высокой четкостью и большой фотографической ширитой.
2. **Прямая цифровая рентгенография** - ddR – direct digital Radiography. В таких системах цифровое рентгеновское изображение формируется сразу же на цифровом плоском детекторе.

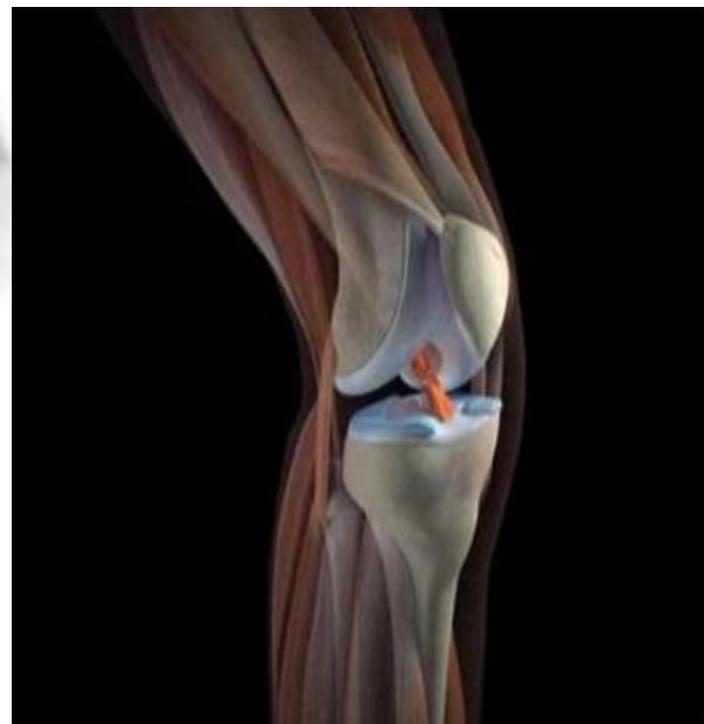
В настоящее время **рентгенография** – один из наиболее распространенных методов рентгенологического исследования.

Нередко она **применяется в комбинации с искусственным контрастированием органов.**

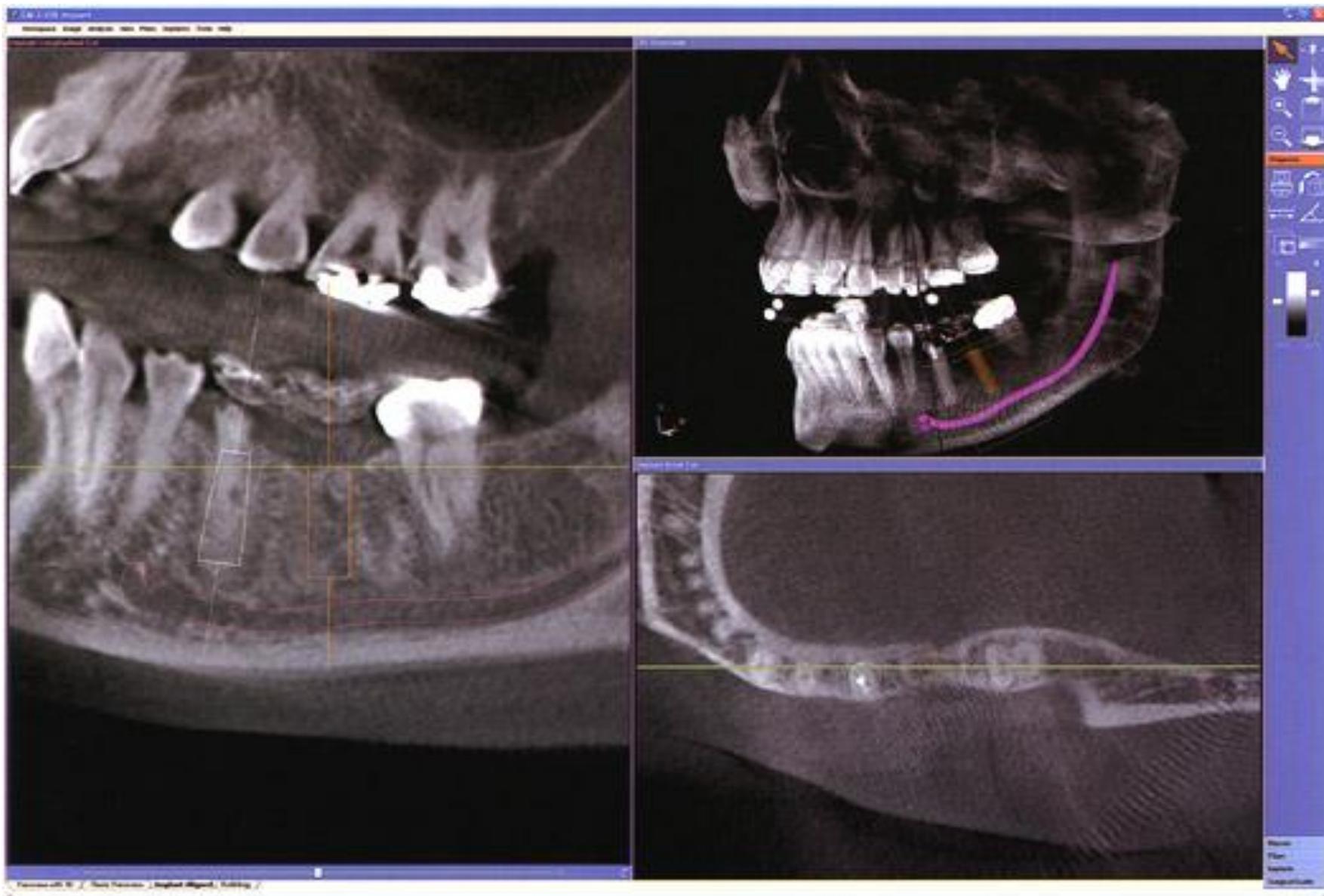
Цифровая
рентгенограмма
коленного сустава
(боковая проекция)



Цифровая рентгенограмма коленного сустава



Цифровая рентгенограмма челюсти (боковая проекция)



7.2.1.2. Ультразвуковые аппаратно-компьютерные комплексы

Содержат датчик ультразвуковых излучений, формирующий первоначально аналоговый образ органа. Затем в модуле оцифровки аналоговые изображения преобразовываются в цифровые.



7.2.1.2. Ультразвуковые аппаратно-компьютерные комплексы



Итоговые образы - **сонограммы** - отображают структуру исследуемого органа

7.2.1.2. Ультразвуковые аппаратно-компьютерные комплексы

Ультразвуковые исследования вследствие дешевизны и отсутствия противопоказаний получили широчайшее распространение во всех областях медицины

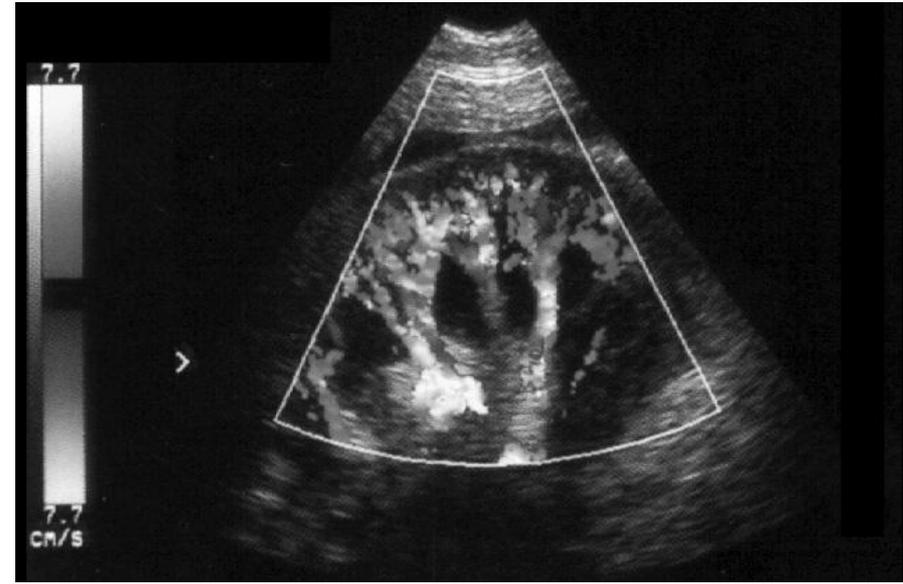
Ультразвуковой комплекс при необходимости путем встраиваемой компьютерной программы позволяет визуализировать кровотоки, причем отдельно – артериальный и венозный, что имеет большое значение в диагностике облитерирующих поражений сосудов.

Ультразвуковые аппаратно-компьютерные комплексы

Ультразвуковое исследование желчного пузыря – **сонография**.

Внутри пузыря имеются

конкременты ↓



Ультразвуковое ↑
исследование почки
дуплексным методом
(**сонограмма + доплеровское
картирование**). Видны
артериальные
и венозные сосуды почки

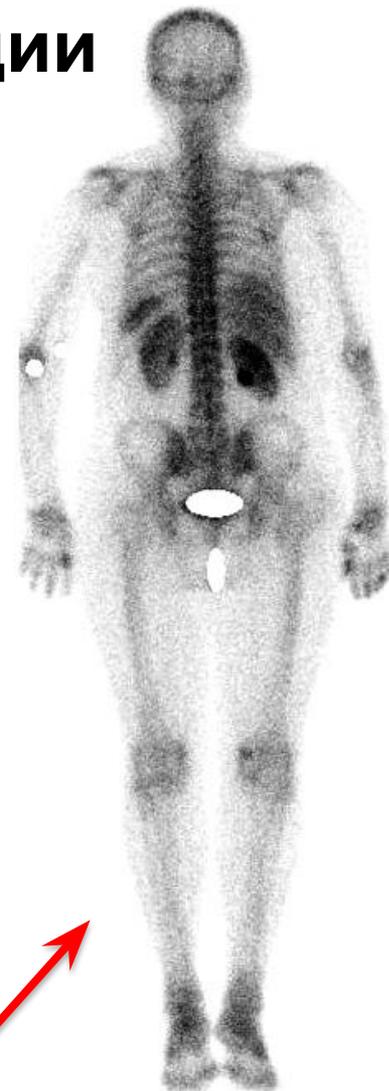
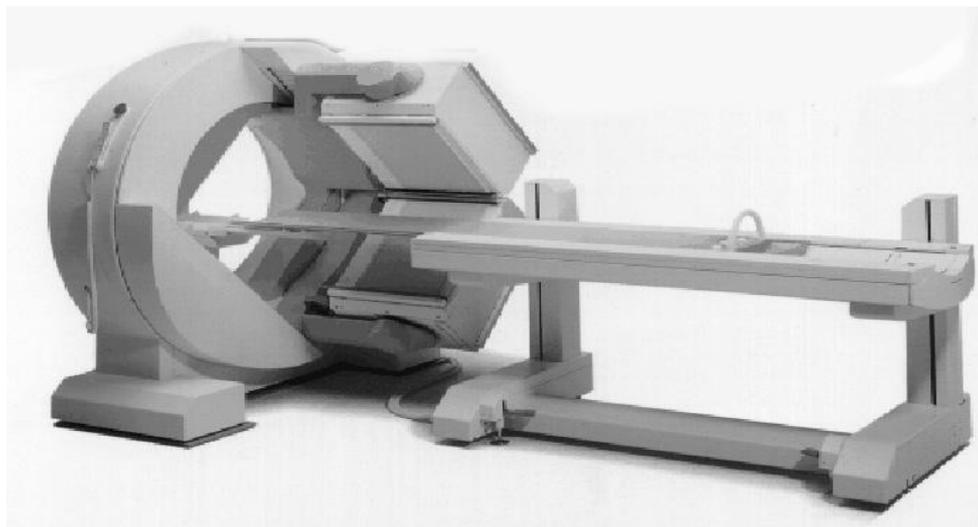
7.2.1.3. Аппаратно-компьютерные комплексы радионуклидной визуализации

Аппаратно-компьютерный комплекс радионуклидной визуализации - **гамма-камера** - устроен по аналого-цифровому принципу .

Он предназначен для радионуклидной визуализации органов человека гамма-квантами.

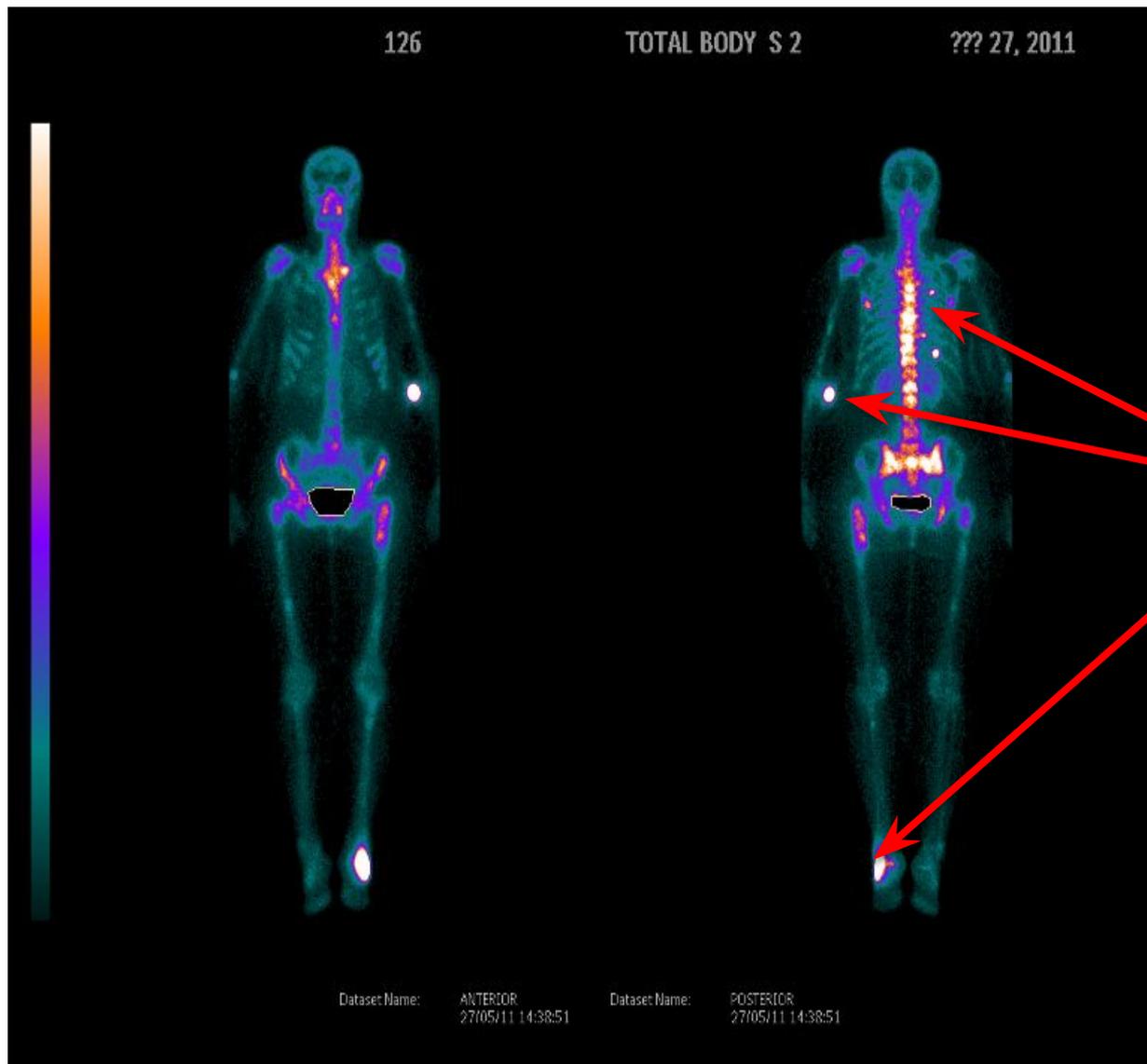
После введения в организм пациента органотропных радиофарм-препаратов они накапливаются в этих органах и сигнализируют о своем присутствии испускаемыми гамма-квантами. Последние улавливаются сцинтилляционным детектором и позиционируются на его плоскости в виде двухмерного изображения исследуемого органа.

Далее изображение оцифровывается и передается для дальнейшей обработки в процессор.



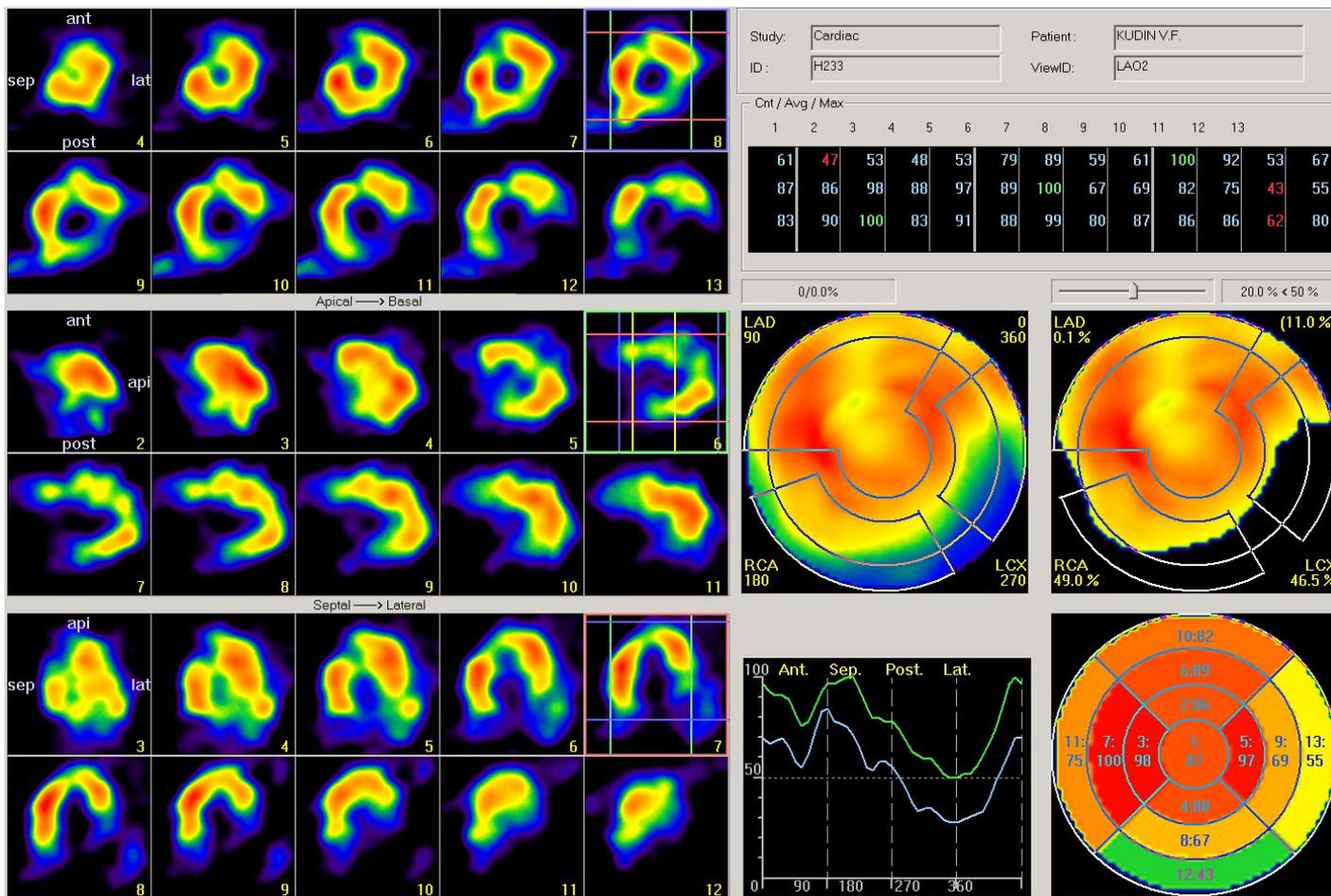
Итогом такого процесса является радионуклидная сцинтиграмма

Радионуклидная сцинтиграмма

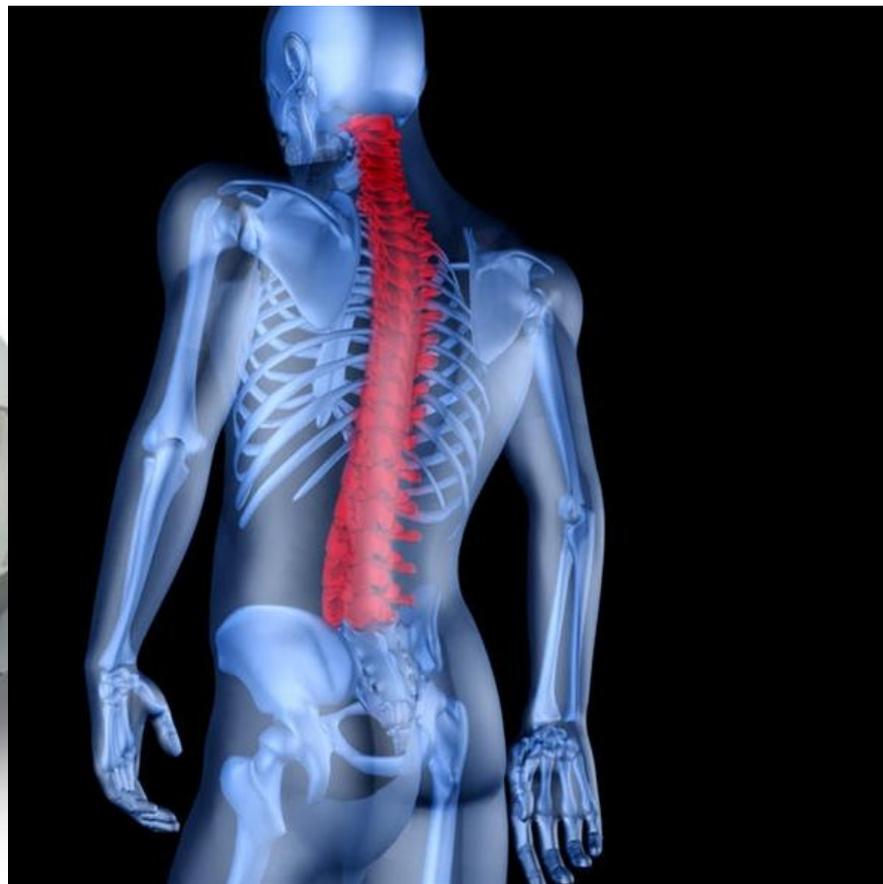


Видны паталогические процессы в локтевом суставе, позвоночнике, стопе.

Радионуклидная сцинтиграмма при сердечной недостаточности

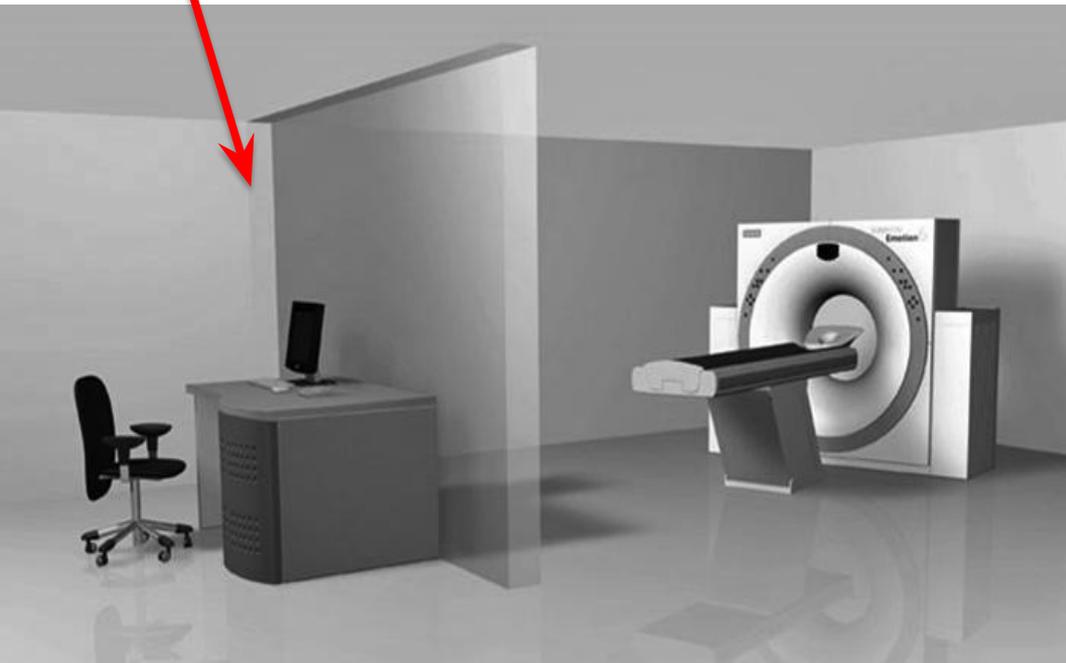
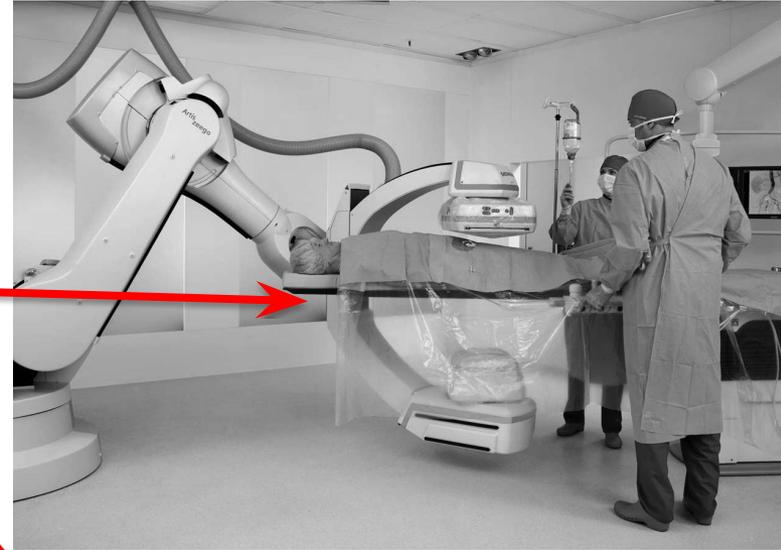


Аппаратно-компьютерный комплекс радионуклидной визуализации - гамма-камера



7.2.1.4. Аппаратно-компьютерные комплексы реконструкции первичных цифровых изображений.

К таким устройствам относятся **компьютерный томограф (КТ)** и **магнитно-резонансный томограф (МРТ)**.



7.2.1.4.1. Компьютерные томографы - КТ

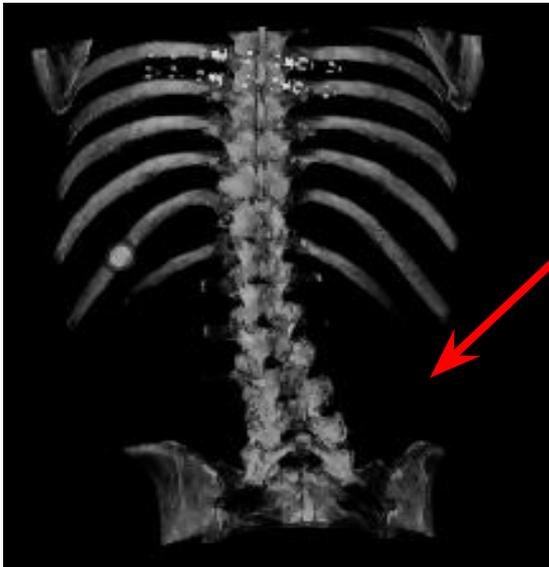
Позволяют получать послойные снимки внутренних органов человека - **компьютерные томограммы** - при движении рентгеновской трубки вокруг тела пациента.

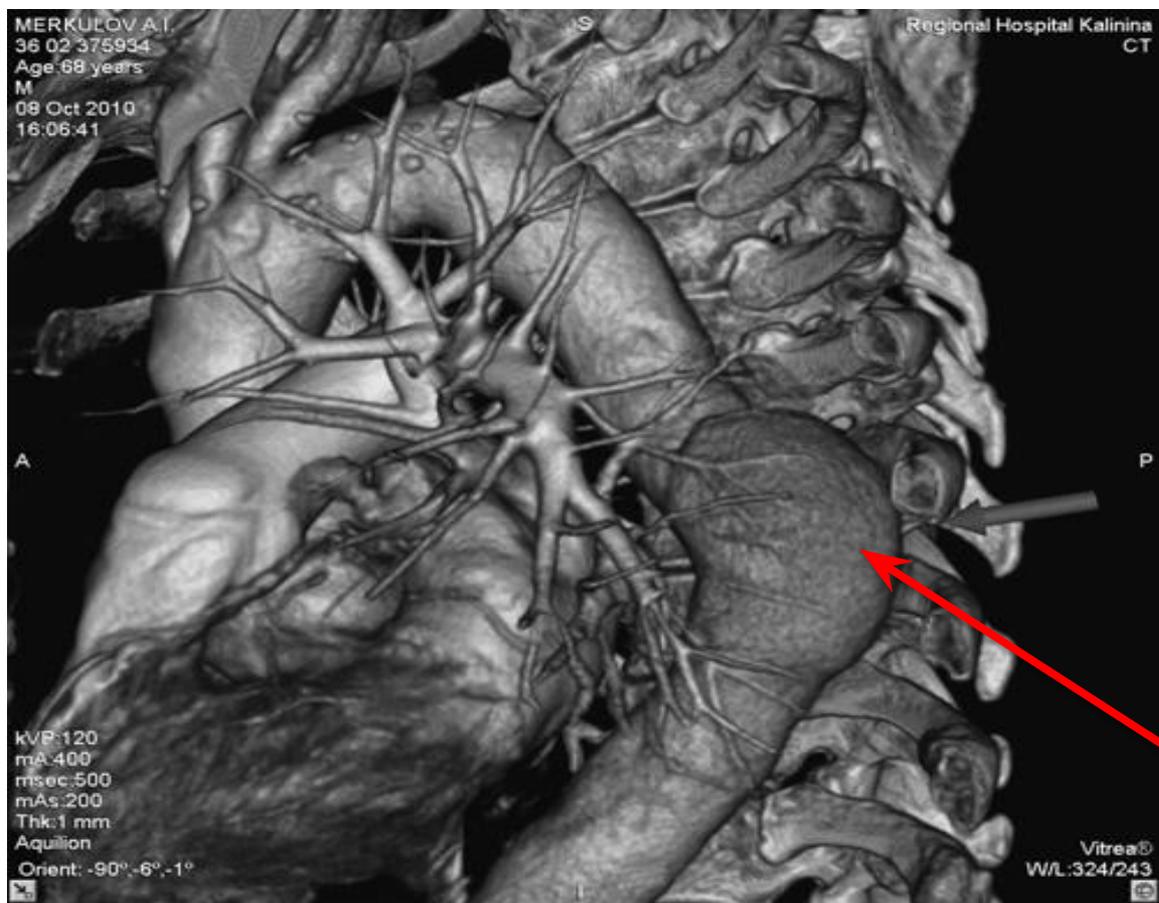
Толщина среза, видимого как отдельное изображение, составляет доли миллиметра, расстояние между срезами – 1-5 мм. Компьютерные томографы способны получать изображение за очень короткое время, измеряемое долями секунды.

Современные томографы являются спиральными и многосрезовыми (одномоментно до 320 срезов).

КТ позволяют

1. Визуализацию тонких срезов.
2. Реконструкцию трехмерных изображений органов – пример - грудной клетки
3. Изображения полых органов – трахеи, бронхов, толстой кишки.





Компьютерная
томограмма грудной
клетки.
Трехмерная
реконструкция.
Видна аневризма
грудной аорты

7.2.1.4.2. Магнитно-резонансные томографы (МРТ)

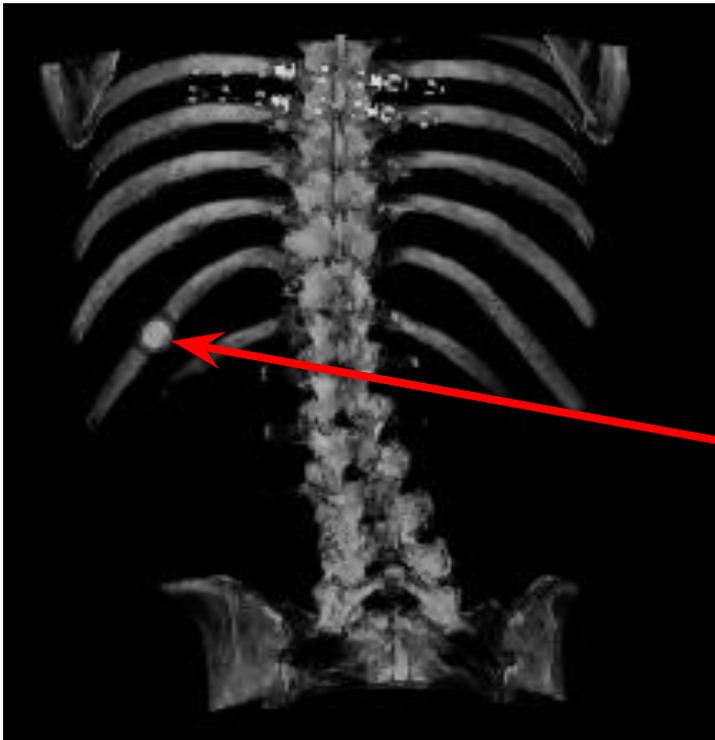
МРТ основаны на исследовании магнитного резонанса ядер протонов человека, помещенного в сильное магнитное поле (до 1,5-3,0 Тл).

1. При дополнительном воздействии **кратковременными радиочастотными импульсами** протоны, находящиеся в теле пациента, входят в магнитный резонанс.
2. Последующая **релаксация протонов** инициирует электромагнитные сигналы, которые улавливаются радиочастотными катушками, оцифровываются и передаются в память компьютера.
3. **Компьютер** с помощью специального программного обеспечения обработки сигналов **реконструирует МРТ-изображение**

7.2.1.4.3. Методика мультимодальных изображений

Методика мультимодальных («спаянных» изображений) (fusion imaging) - на одном снимке или на экране монитора путем математических методов суммирования (**наложение**) получают изображение внутренних органов, полученных разными методами исследования – МРТ, КТ и с помощью радионуклидов.

Такой метод позволяет выявить мелкие очаги повышенного накопления радиоактивного вещества и привязать их к анатомическим ориентирам тела пациента.



Мультимодальное изображение КТ/сцинтиграфия (вид сзади). Виден метастаз в XI левом ребре

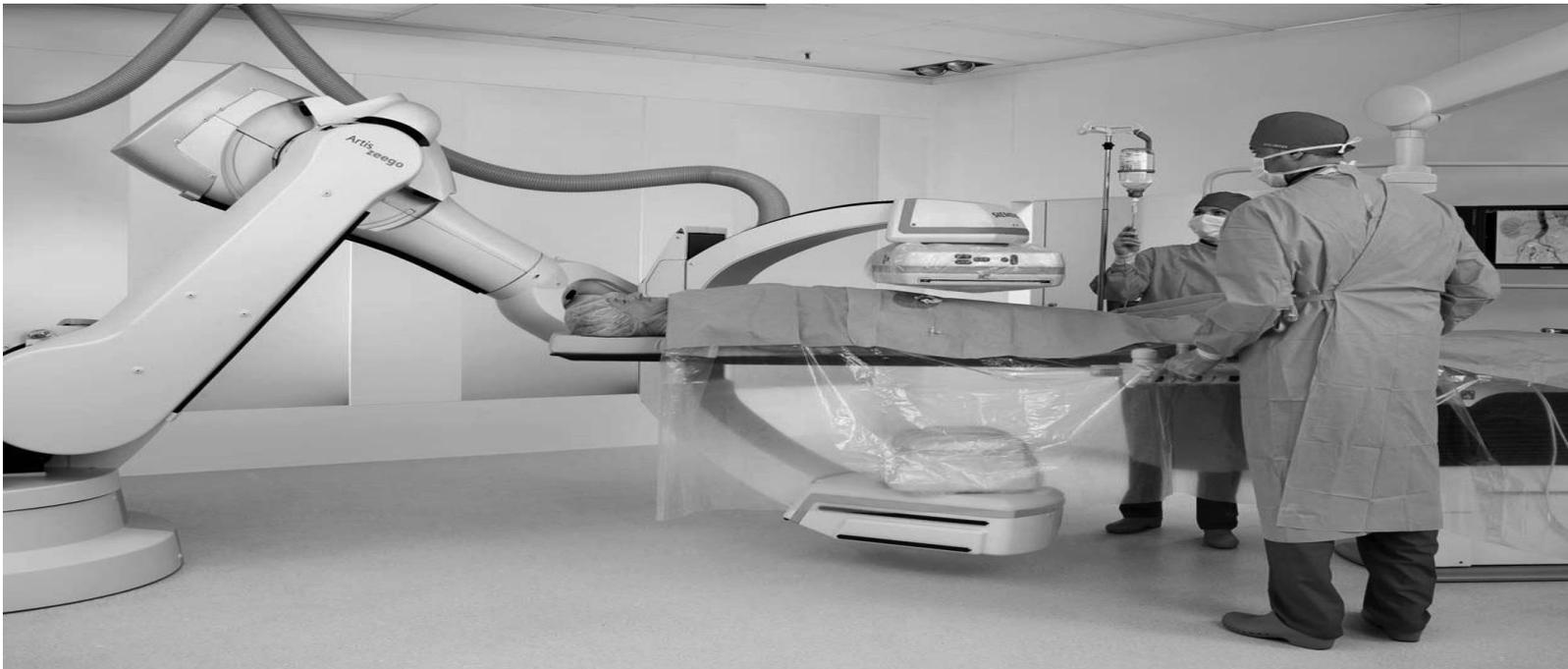
7.2.1.4.4. Методика субстракции медицинских изображений

Метод альтернативного подхода к манипуляциям с медицинскими изображениями – их вычитание (субтракция).

При этом одну и ту же область исследуют различными методами, а затем из одного изображения вычитают другое – производят математическое вычитание.

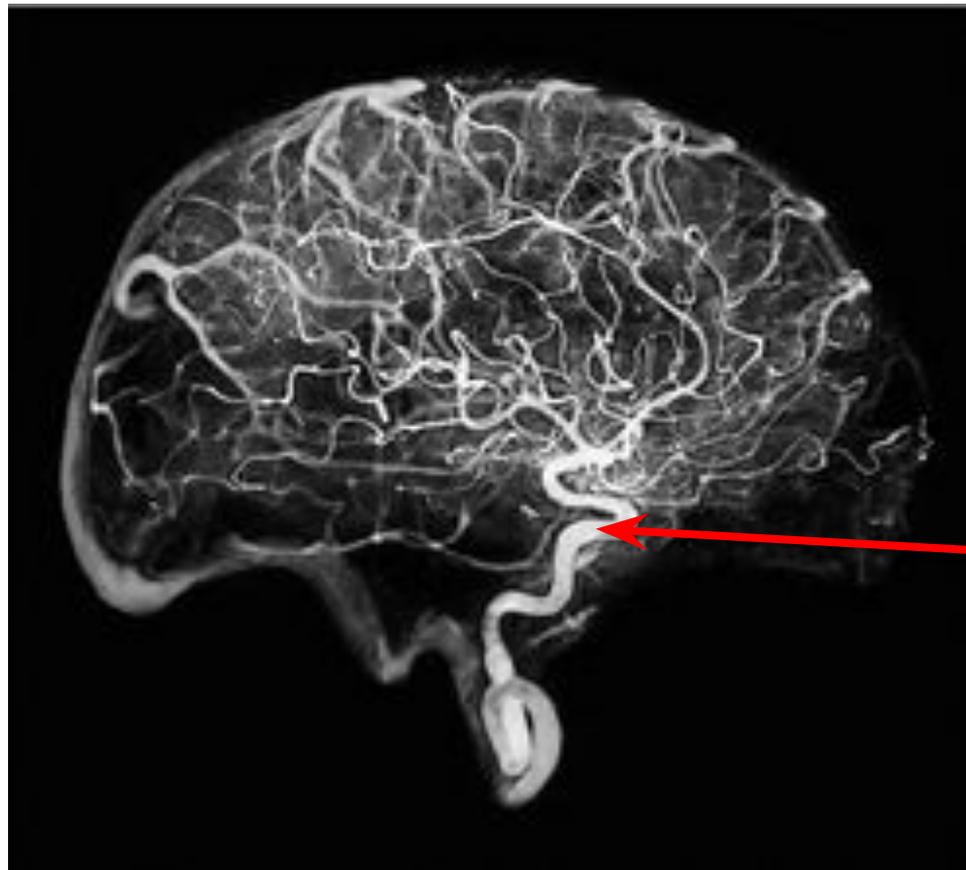
Пример - **дигитальная субстракционная ангиография (ДСА)**

Ангиографический комплекс фирмы Сименс



7.2.1.4.4. Методика субтракции медицинских изображений

Вначале выполняют обзорный рентгеновский снимок исследуемой области, производят его компьютерную инверсию из позитива в негатив. Затем сразу же проводят рентгеноконтрастное исследование сосудов – ангиографию. Затем из второго снимка вычитают первый (в негативе). В итоге получается контрастное изображение сосудов без наложения мешающих теней окружающих органов



Ангиограмма головного
мозга

7.2.2. Аппаратно-компьютерные системы для получения параметрических данных

Позволяют с помощью компьютерных программ прижизненно определять минеральный, химический или биохимический состав органов человека.

Одним из таких методов стала **двухфотонная компьютерная рентгеновская остеоденситометрия**.



Суть метода сводится к следующему. Больному выполняют сканирующую рентгенографию скелета рентгеновскими лучами различной жесткости на специальном рентгеновском аппарате – **остеоденситометре**

7.2.2.1. Остеоденситометрия

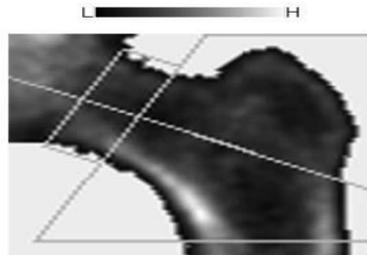
Разность в адсорбционной способности рентгеновских лучей скелетом оценивается с помощью компьютера. Итоговым результатом исследования является количественный показатель минеральной плотности костей.

Программа позиционирует эту плотность в три зоны – нормальную, зоны среднего и высокого риска переломов. Данное исследование нашло большое распространение при выявлении и изучения остеопороза – одного из наиболее частых заболеваний человека

Name: Емельянова, Н.Т.
ID: 138

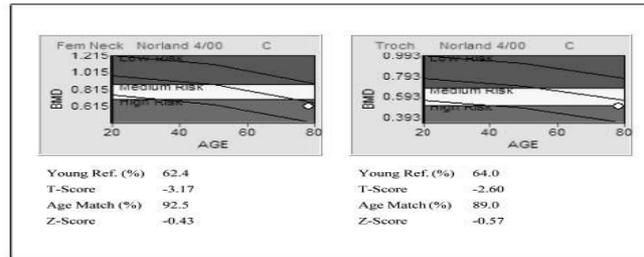
Sex: Female
Ethnic: Caucasian
Age: 78 years

Height: 150
Weight: 64

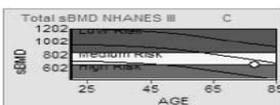


Bone image not for diagnosis.

Left Hip on: 16/03/2011 12:18



Region	BMD (g/cm ³)	BMC (g)	Area (cm ²)	Length (cm)	Width (cm)	T-Score	Young Ref. (%)	Z-Score	Age Match (%)	ST Change (%)	ST Change (%/yr)	LT Change (%)	LT Change (%/yr)
Fem Neck	0.6161	3.482	5.652	1.50		-3.17	62.4	-0.43	92.5	*****	*****	*****	*****
Troch	0.5035	8.103	16.09			-2.60	64.0	-0.57	89.0	*****	*****	*****	*****
Total sBMD	650.0mg/cm ³	25903mg	39.85			-2.49	68.0	-0.56	90.4	*****	*****	*****	*****



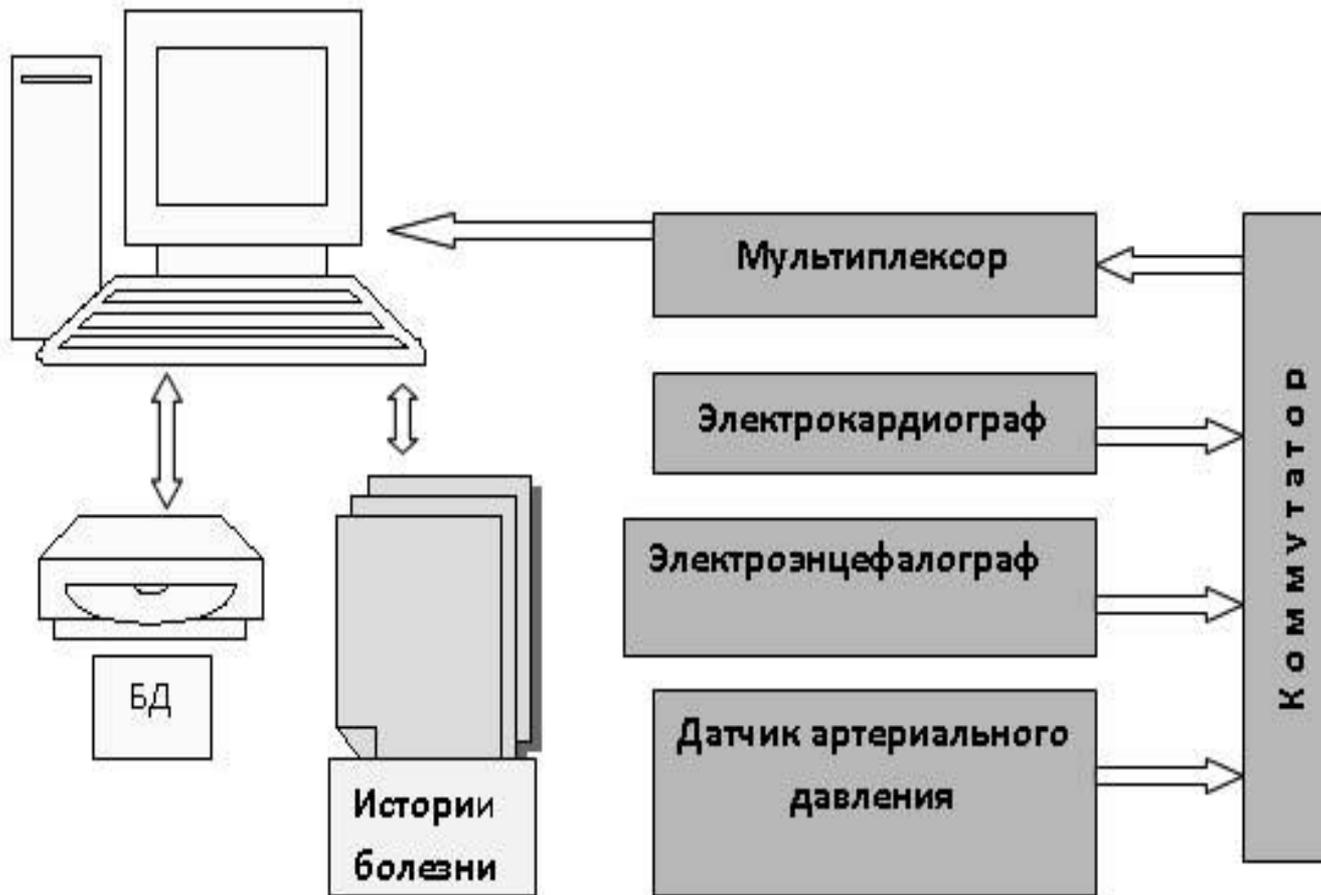
Young Ref. (%) 68.0
T-Score -2.49
Age Match (%) 90.4
Z-Score -0.56

Остеоденситограмма с указанием минерализации скелета

7.2.3. Системы получения функциональных данных

1. Имеют в своем составе датчики функций органов.
2. Сигналы с этих датчиков оцифровываются в АЦП и затем передаются в компьютер.
3. Задача компьютера – отсечь в автоматическом режиме шумы и сигналы, выходящие за рамки доверительного интервала, выделить репрезентативную (достоверную) группу полезных данных и затем провести их анализ.
4. Итогом анализа может служить распечатка в виде цифр или заключения, которые могут быть переданы по каналам связи для консультации или дальнейшего изучения.

7.2.3. Системы получения функциональных данных



Функциональная
схема
медицинского
аппаратно-
компьютерного
комплекса для
регистрации
нескольких
параметров

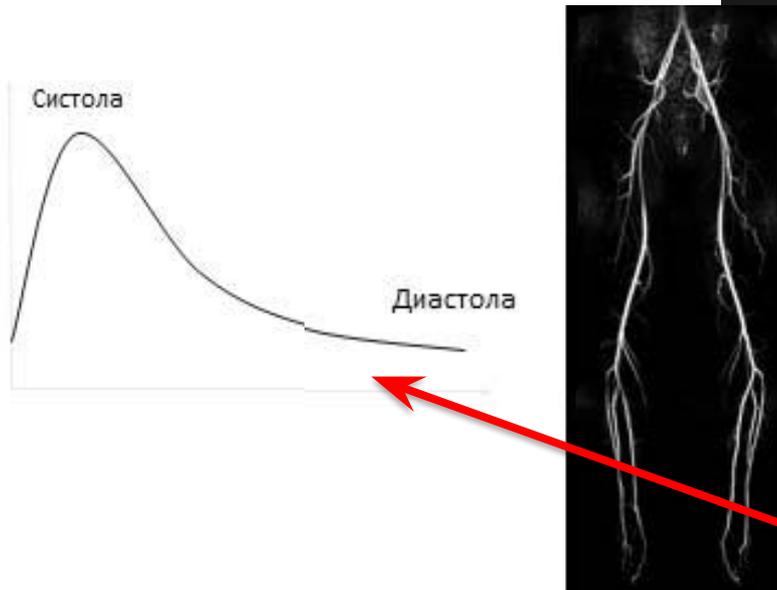
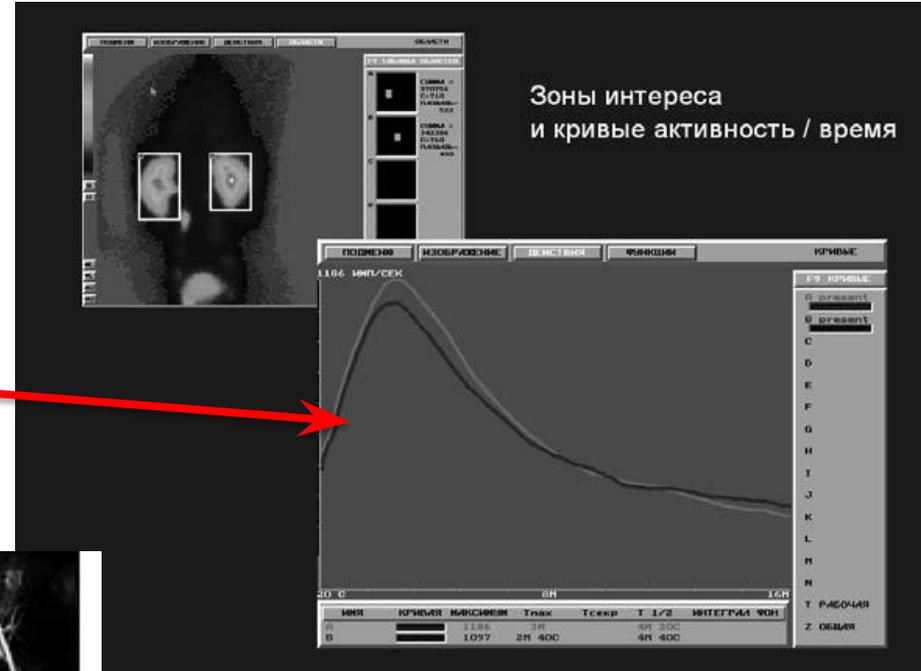
7.2.3.1. Аппаратно-компьютерные системы функционального состояния органов

1. Существует вид медицинских аппаратно-компьютерных систем, определяющих функциональное состояние изучаемых органов.
2. В этих системах компьютер выполняет задачу анализатора серии изображений, каждое из которых показывает функциональную активность органа.
3. В итоге получают результирующие кривые, отражающие характер функции этого органа.

Подобным образом определяют, например, функциональную активность почек при радионуклидной визуализации или состояние кровотока в сосудах при магнитно-резонансной томографии

7.2.3.1. Аппаратно-компьютерные системы функционального состояния органов. Примеры.

Радионуклидное исследование функции почек – **ренография**. На сцинтиграммах выделены зоны интереса, в которых построены кривые, отображающие функцию каждой почки в отдельности



Магнитно-резонансная томография артерий нижних конечностей и кривая, построенная компьютером и показывающая **ИНТЕНСИВНОСТЬ кровотока в систолу и диастолу**

7.2.4. Аппаратно-компьютерные системы мониторинга

Медицинские аппаратно-компьютерные системы мониторинга включают в себя различные классы устройств, предназначенных для **отслеживания функционального состояния различных органов на значительном промежутке времени.**

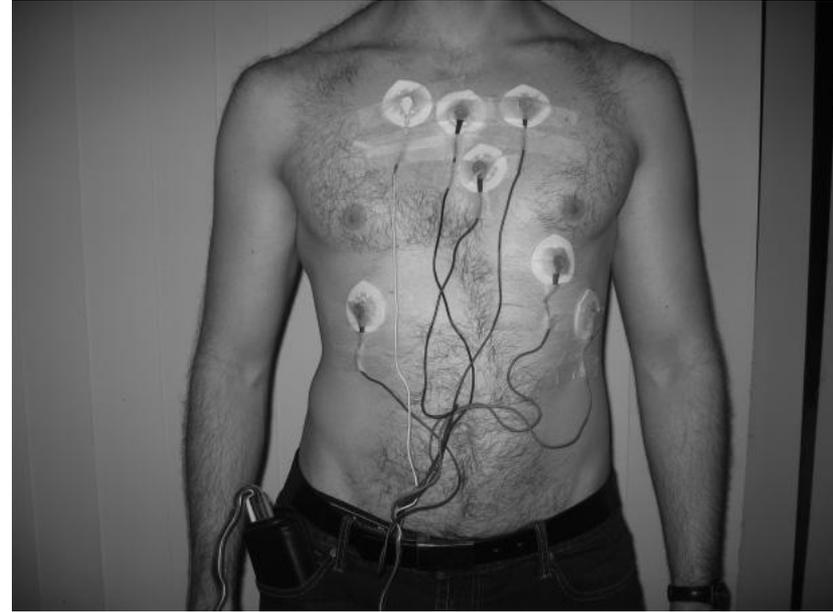
Как правило эти системы используются

1. в реанимации,
2. в кардиологических отделениях,
3. в хирургических отделениях,
4. в операционных блоках.

7.2.4.1. Аппаратно-компьютерные системы мониторинга. Холтеровская система.

Пример мониторинга - **холтеровская система**, позволяющая установить **суточные колебания артериального давления и ЭКГ** в естественных условиях пребывания пациента.

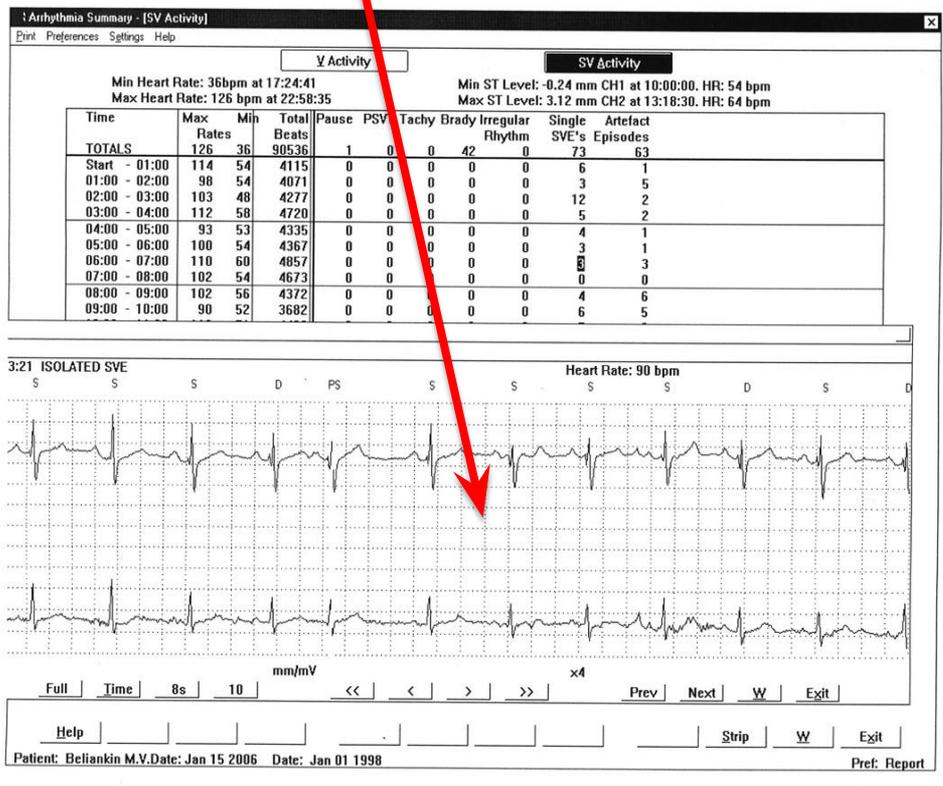
Для этого к поверхности тела больного прикрепляются датчики регистрирующие пульс, артериальное давление и ЭКГ в течении суток.



Датчики соединяются с запоминающим устройством – флэш-картой, на которой сохраняются все зарегистрированные сигналы. Спустя сутки данные с флэш-карты считываются компьютером, который имеет специализированное программное обеспечение для анализа данных и их распечатки.

7.2.4.1. Аппаратно-компьютерные системы мониторинга. Холтеровская система. Примеры.

Заключительная таблица ЭКГ холтеровского суточного мониторинга. Выявлены одиночные экстрасистолы

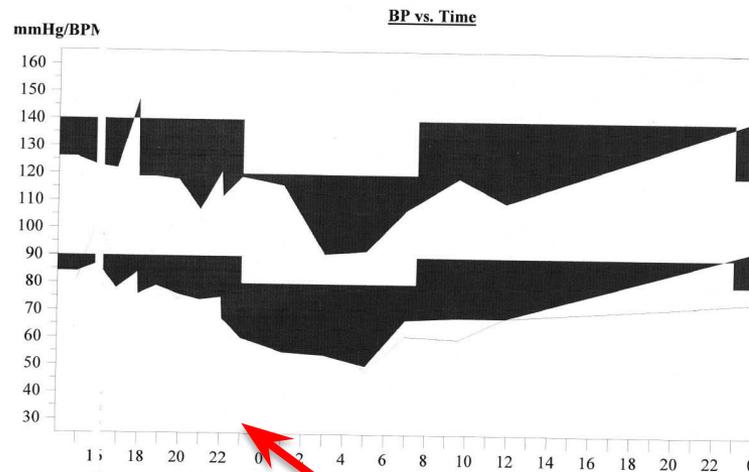


Oscar 2 Ambulatory Blood Pressure Report

Patient Name: Brycevev A.M.
Test began: 24-May-2004

Test Ended: 26-May-2004

Patient ID: 12
Duration: 33:57



Суточные колебания артериального давления, выявленные в процессе холтеровского суточного мониторинга

7.2.4.1. Аппаратно-компьютерные системы мониторинга. Холтеровская система. Примеры.

Некоторые холтеровские системы имеют портативные компьютерные гаджеты, регистрирующие функциональную информацию и отображающую ее на дисплее. Это позволяет в режиме online отслеживать регистрируемые данные. Гаджеты имеют выход в Интернет для передачи текущих результатов в медицинский центр.



7.2.4.2. Аппаратно-компьютерные комплексы интенсивной терапии

Медицинские **аппаратно-компьютерные комплексы интенсивной терапии** предназначены

- Для компьютерного контроля и управления физиотерапевтическими процедурами,
- Для программного вливания лекарственных препаратов и для управления перфузионными насосами,
- Для оптимизации функционирования аппаратуры в процессе проведения ингаляционного наркоза и искусственной вентиляции легких.
- 4. Для поддержания жизнедеятельности организма - аппараты искусственного гемодиализа.

Общий принцип работы комплексов состоит в реализации обратной связи с регистрирующими датчиков, компьютерной обработке полученных результатов и последующим компьютерным управлением механизмом терапевтического вмешательства.

Вопросы

1. Что такое «вычислительная система»?
2. Что такое «аппаратно-вычислительный комплекс»?
3. Каково назначение компьютера в аппаратно-компьютерном комплексе?
4. Каково назначение сканера в работе врача?
5. Какие требования к мониторам применимы в медицинской практике ?
6. Как осуществляются введение и распознавание медицинских документов?
7. Какие задачи решает персональный компьютер в работе врача?
8. Какие пользовательские интерфейсы используются в медицинской практике?
9. Какие аппаратно-компьютерные комплексы применяются в медицине?
10. Что такое «холтеровский мониторинг»?

На этом все.

Благодарю за внимание !

