

Лекция № 7

АППАРАТНО-КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ СИСТЕМЫ

Аппаратно-компьютерные медицинские системы

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

В качестве медицинских аппаратов могут быть представлены

- диагностические,
- лечебные
- контролирующие (мониторинговые) устройства.

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

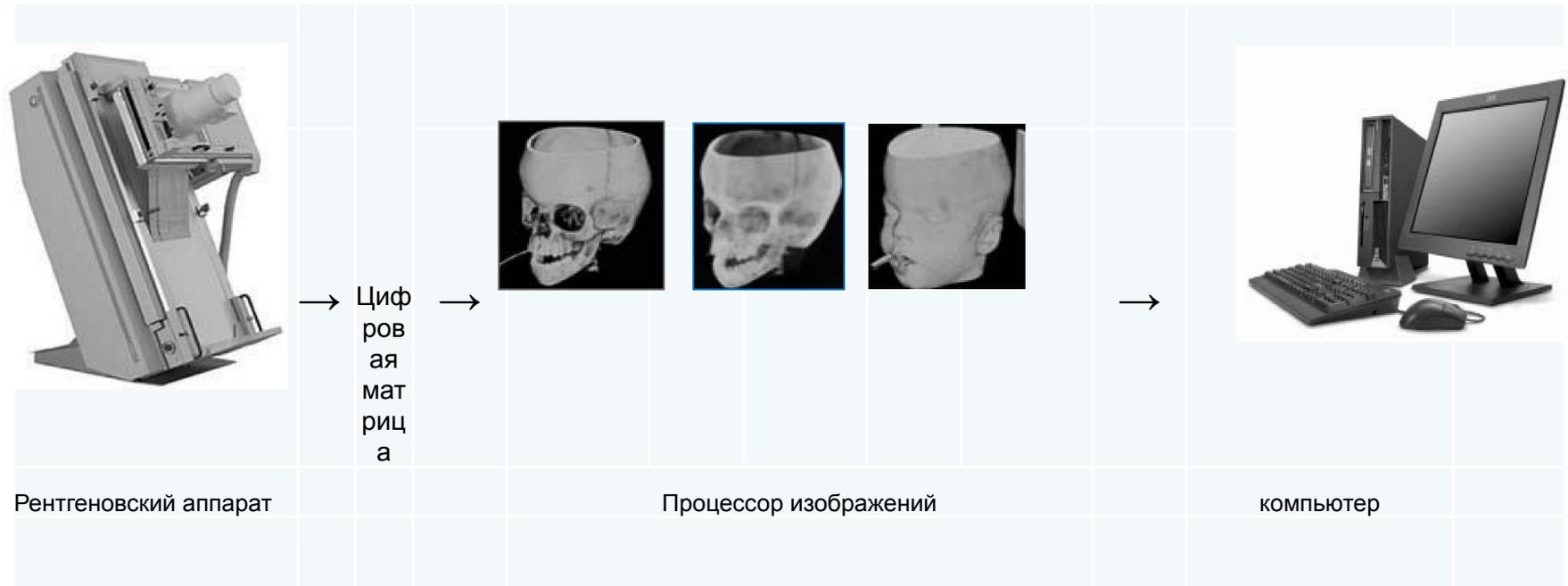
Аппаратно-компьютерные медицинские системы **по своему назначению** подразделяются на 5 основных групп:

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

Системы для получения медицинских диагностических изображений

- Это сложные технические устройства, в которых установлены мощные компьютеры.
- 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.

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

Рентгенодиагностические аппараты

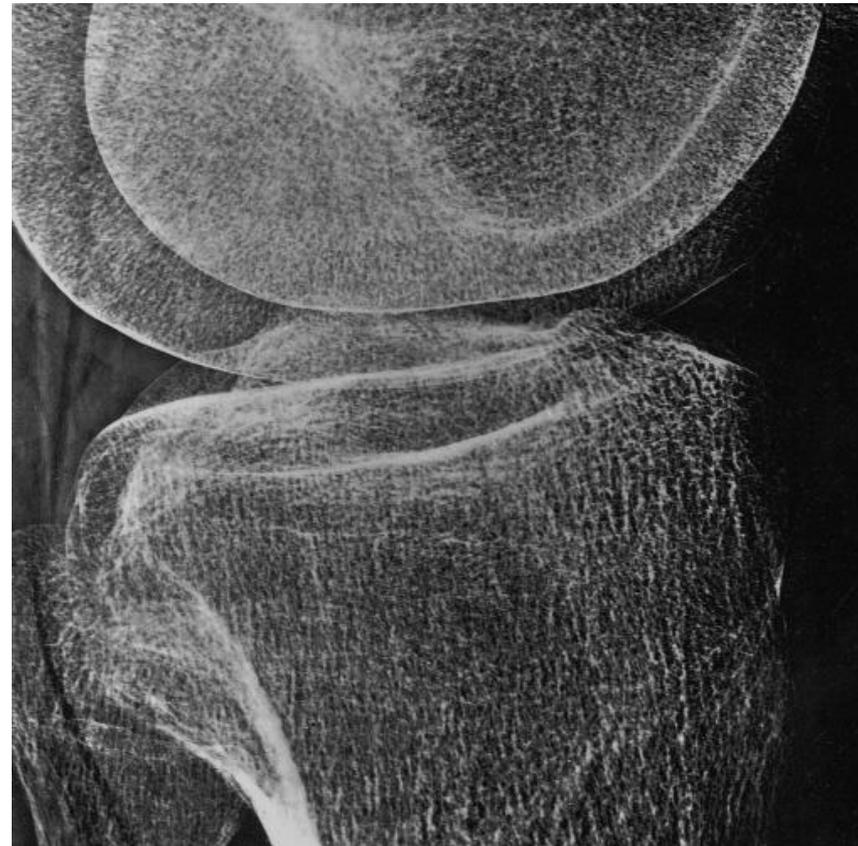
Рентгенодиагностические аппараты существуют 2-х типов

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 шириной.
2. **Прямая цифровая рентгенография** - ddR – direct digital Radiography. В таких системах цифровое рентгеновское изображение формируется сразу же на цифровом плоском детекторе.

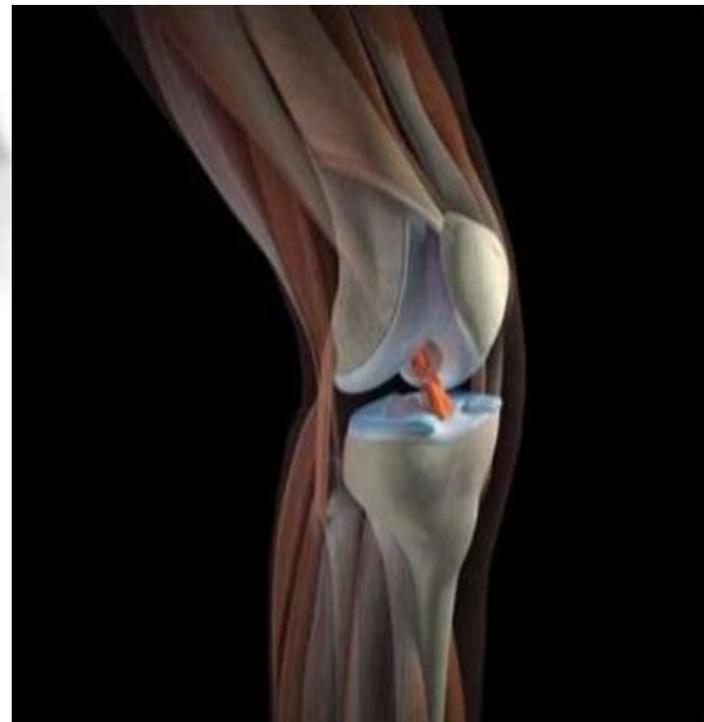
В настоящее время рентгенография – один из наиболее распространенных методов рентгенологического исследования.

Нередко она применяется в комбинации с искусственным контрастированием органов.

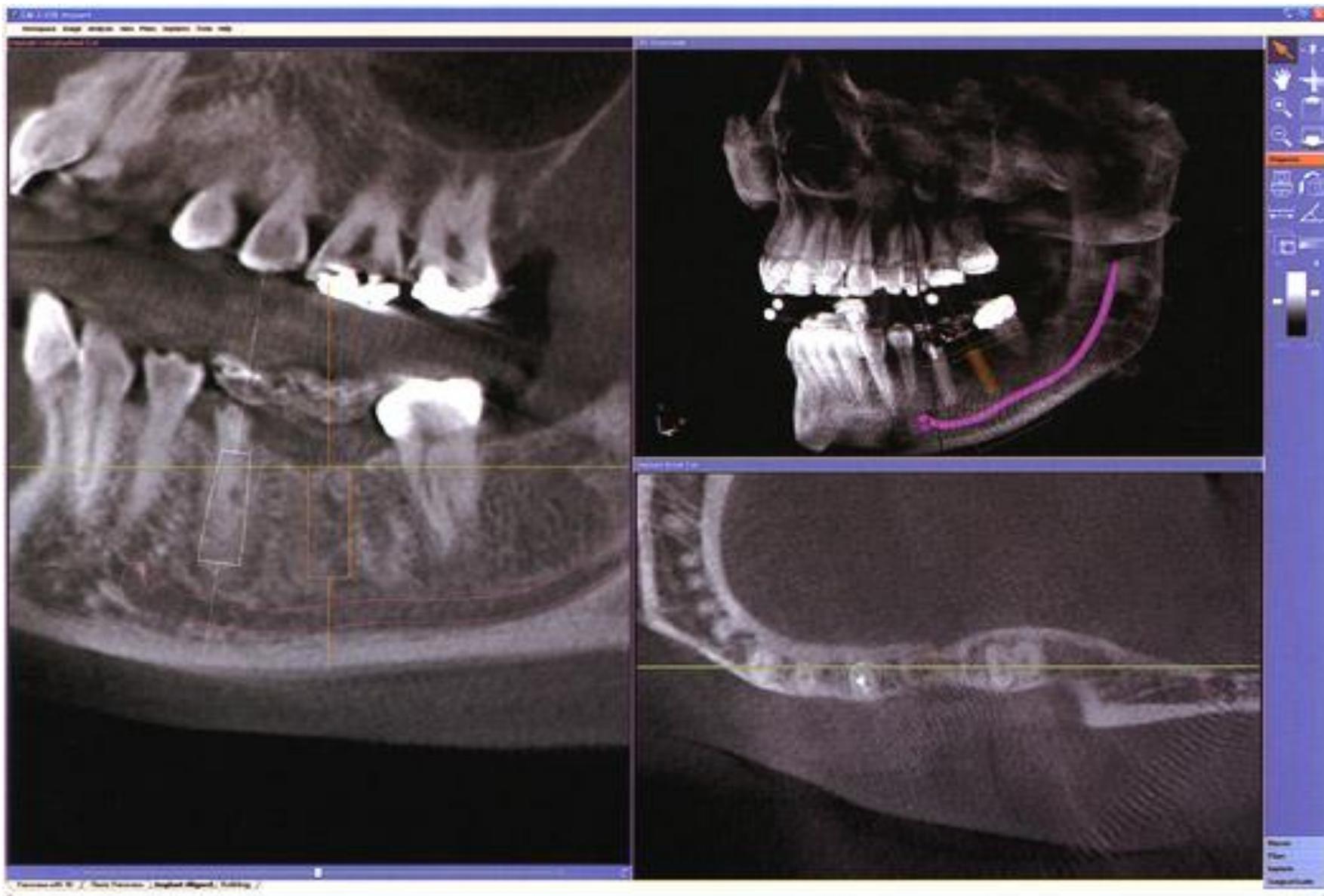
Цифровая
рентгенограмма
коленного сустава
(боковая проекция)



Цифровая рентгенограмма коленного сустава



Цифровая рентгенограмма челюсти (боковая проекция)



Ультразвуковые аппаратно-компьютерные комплексы

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



Ультразвуковые аппаратно-компьютерные комплексы



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

Ультразвуковые аппаратно-компьютерные комплексы

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

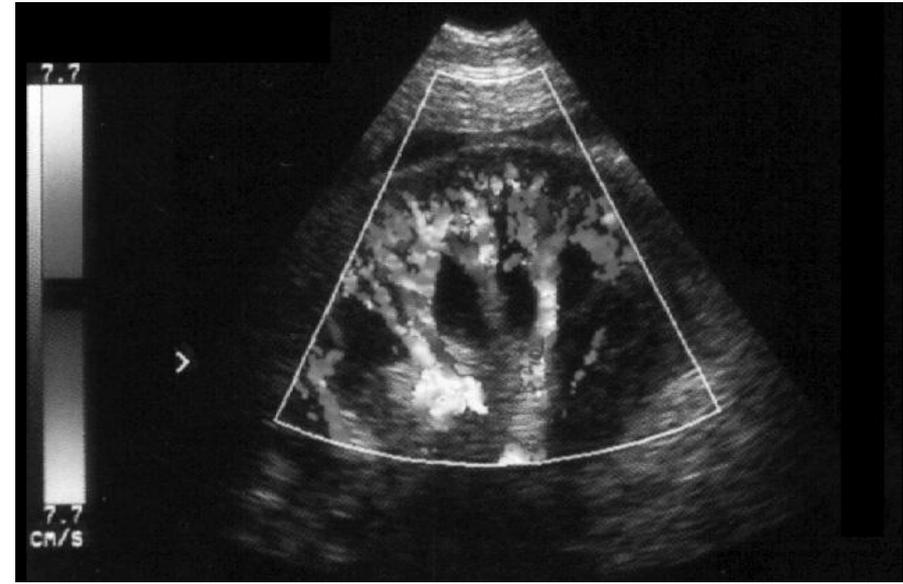
Ультразвуковой комплекс при необходимости путем встраиваемой компьютерной программы позволяет визуализировать кровоток, причем отдельно – артериальный и венозный, что имеет большое значение в диагностике облитерирующих поражений сосудов.

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

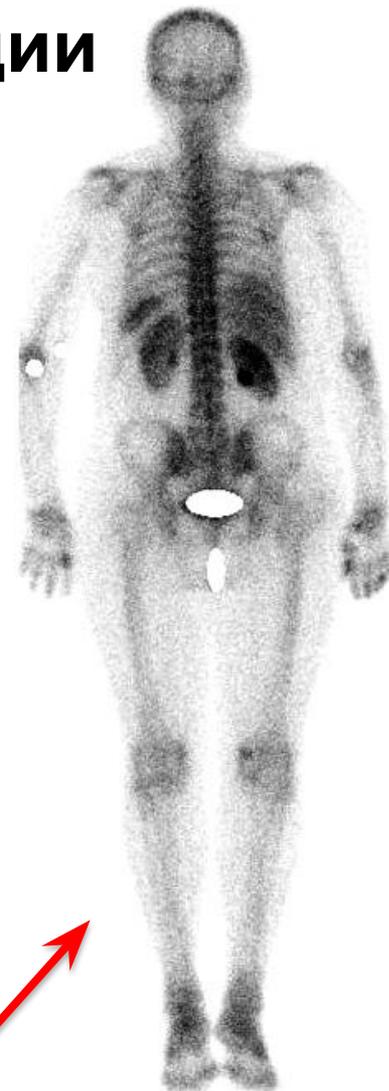
Аппаратно-компьютерный комплекс радионуклидной визуализации

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

Он предназначенный для радионуклидной визуализации органов человека гамма-квантами.

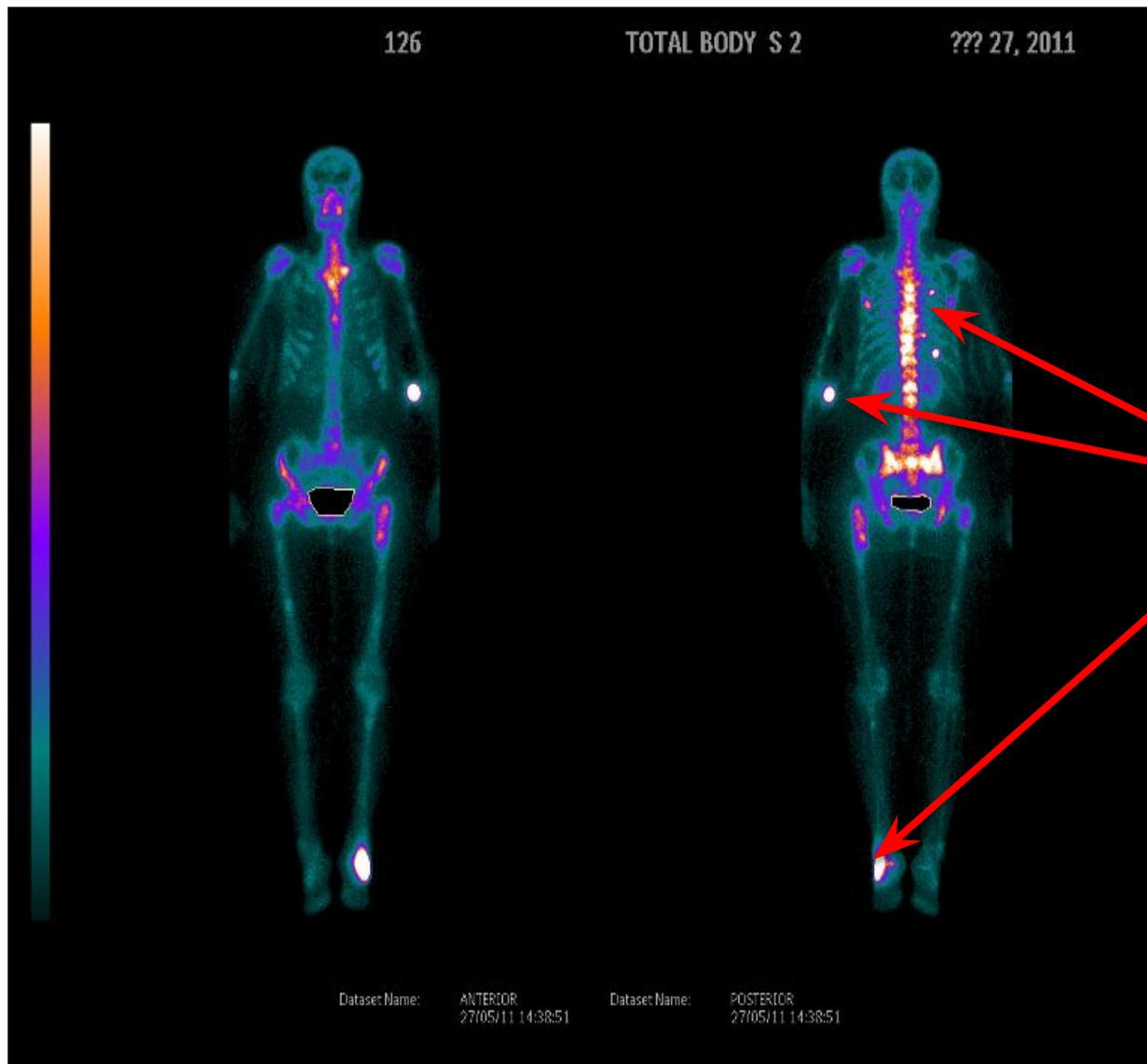
После введения в организм пациента органотропных радиофарм-препаратов они накапливаются в этих органах и сигнализируют о своем присутствии испускаемыми гамма-квантами. Последние улавливаются сцинтилляционным детектором и позиционируются на его плоскости в виде двухмерного изображения исследуемого органа.

Далее изображение оцифровывается и передается для дальнейшей обработки в процессор.



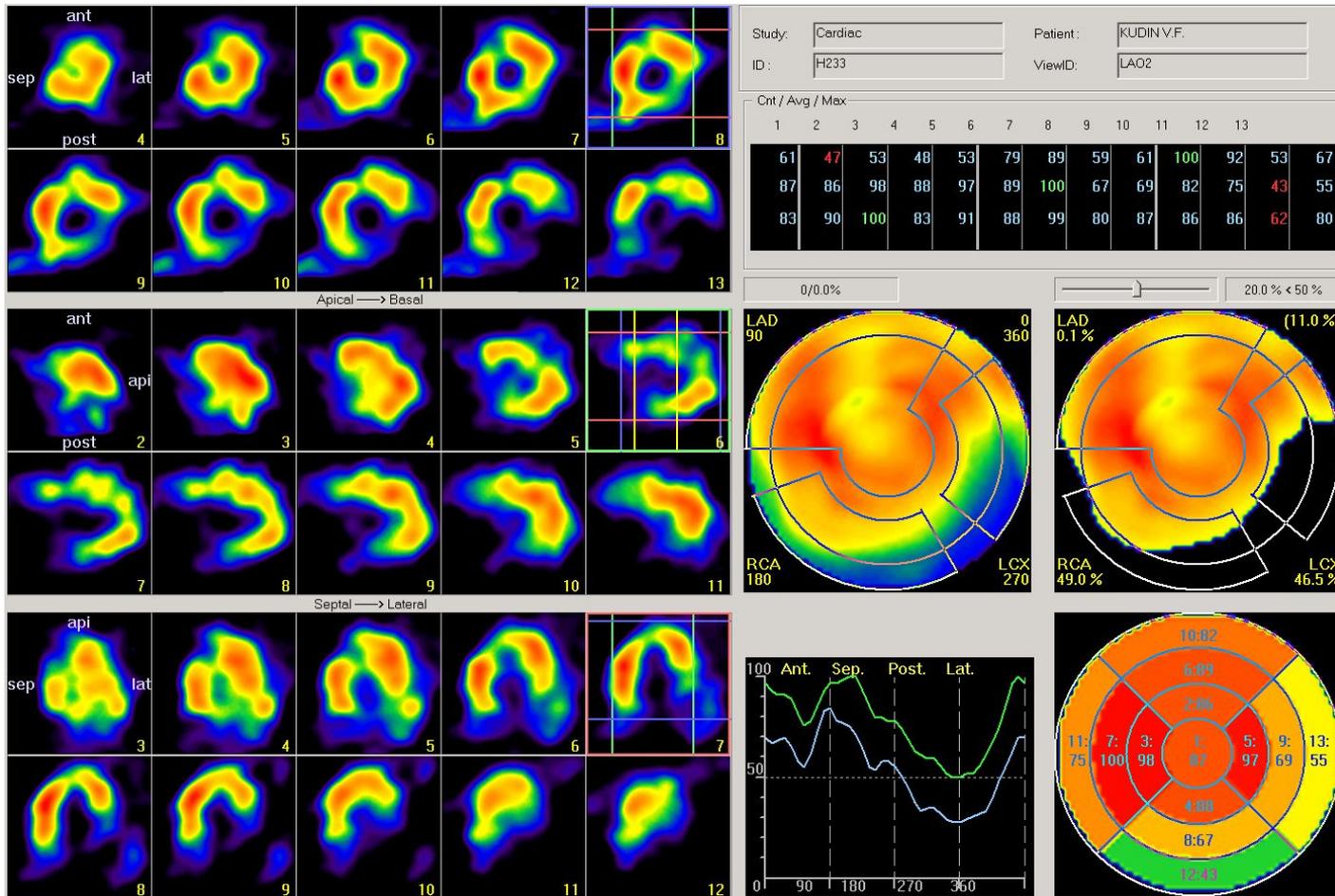
Итогом такого процесса является радионуклидная сцинтиграмма

Радионуклидная сцинтиграмма



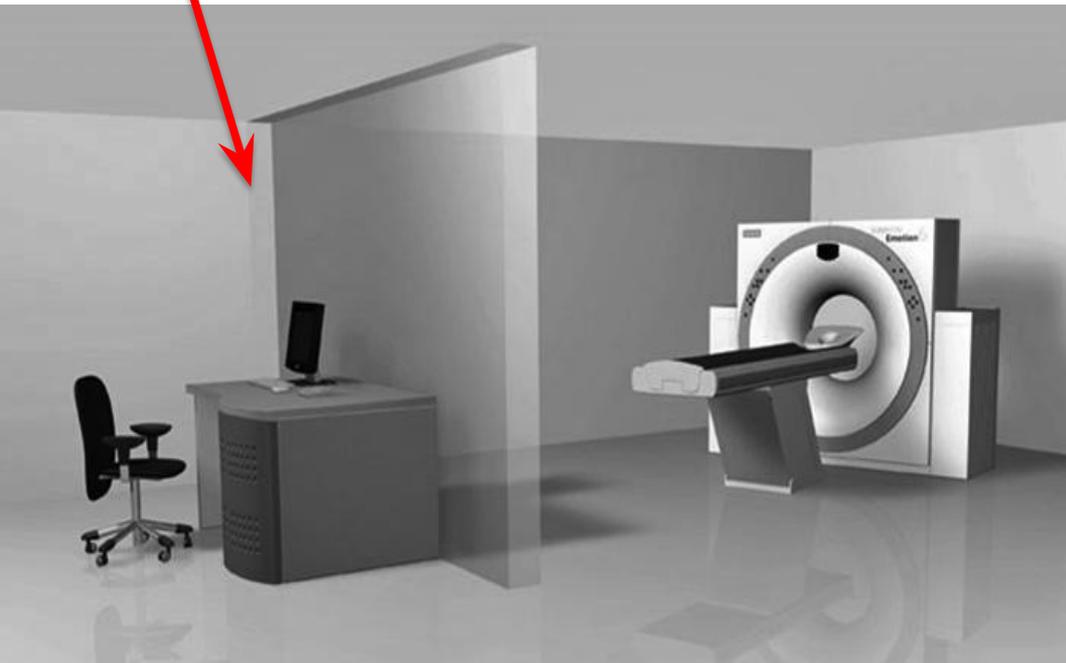
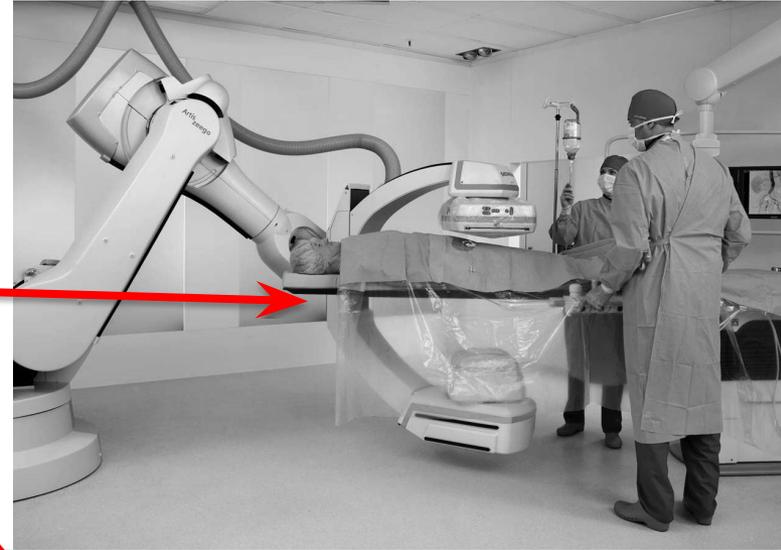
Видны паталогические процессы в локтевом суставе, позвоночнике, стопе.

Радионуклидная сцинтиграмма при сердечной недостаточности



Аппаратно-компьютерные комплексы реконструкции первичных цифровых изображений.

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



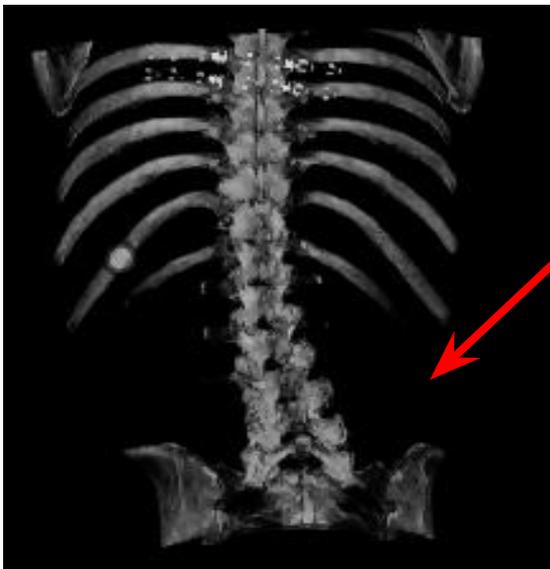
Компьютерные томографы - КТ

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.

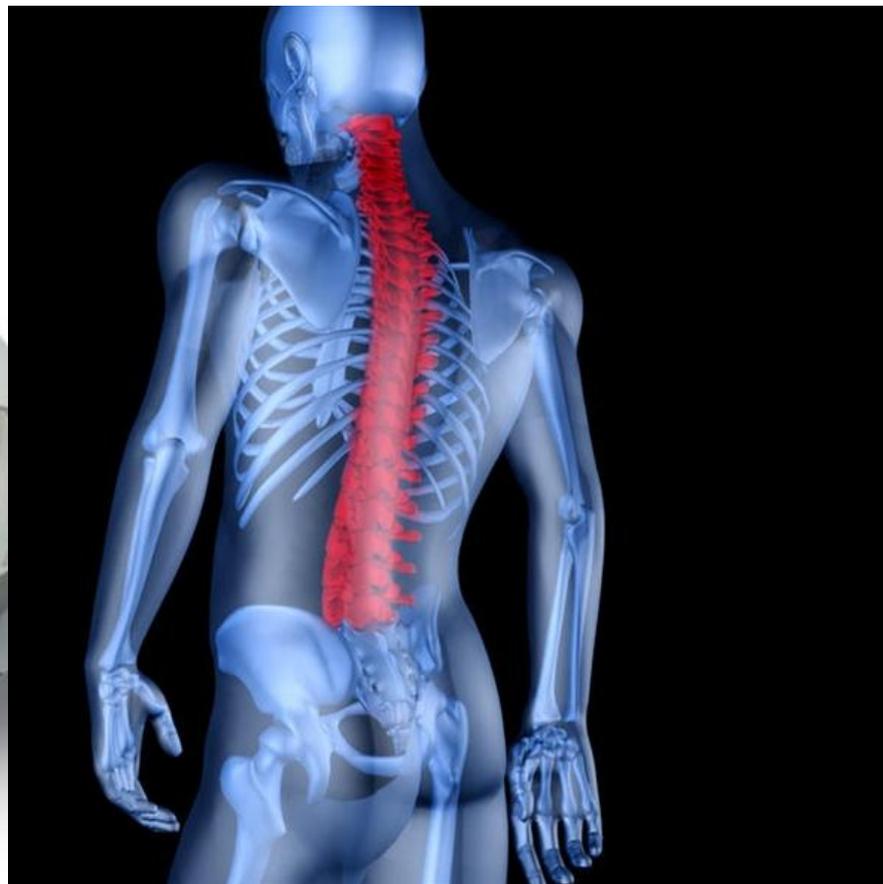
Современные томографы являются спиральными и многосрезовыми (одномоментно до 320 срезов).

КТ позволяют

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

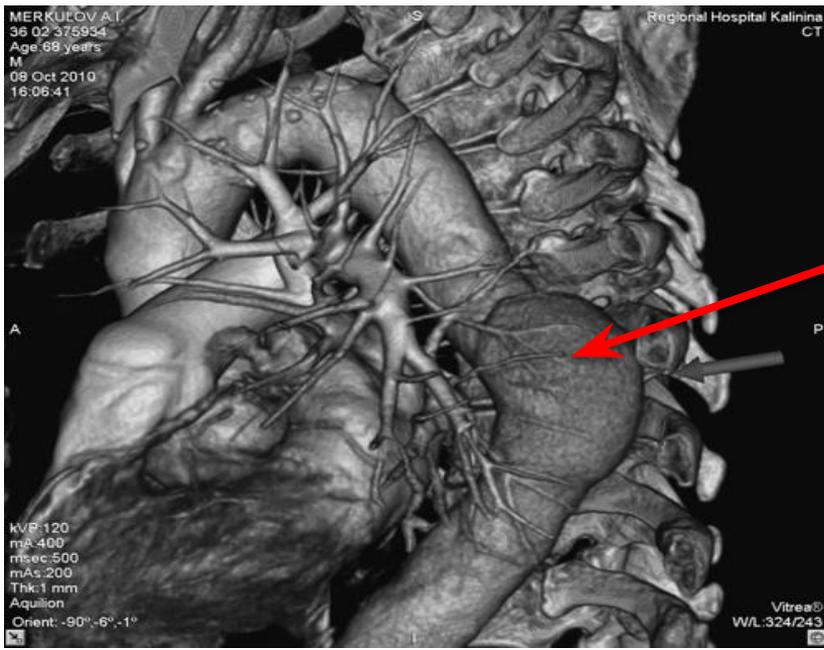


Аппаратно-компьютерный комплекс радионуклидной визуализации - гамма-камера



Магнитно-резонансные томографы (МРТ)

- Основаны на исследовании магнитного резонанса ядер протонов человека, помещенного в сильное магнитное поле (до 1,5-3,0 Тл).
- При дополнительном воздействии кратковременными радиочастотными импульсами протоны, находящиеся в теле пациента, входят в магнитный резонанс.
- Последующая релаксация протонов инициирует электромагнитные сигналы, которые улавливаются радиочастотными катушками, оцифровываются и передаются в память компьютера.
- Компьютер с помощью специальных программ обработки сигналов реконструирует МРТ-изображение



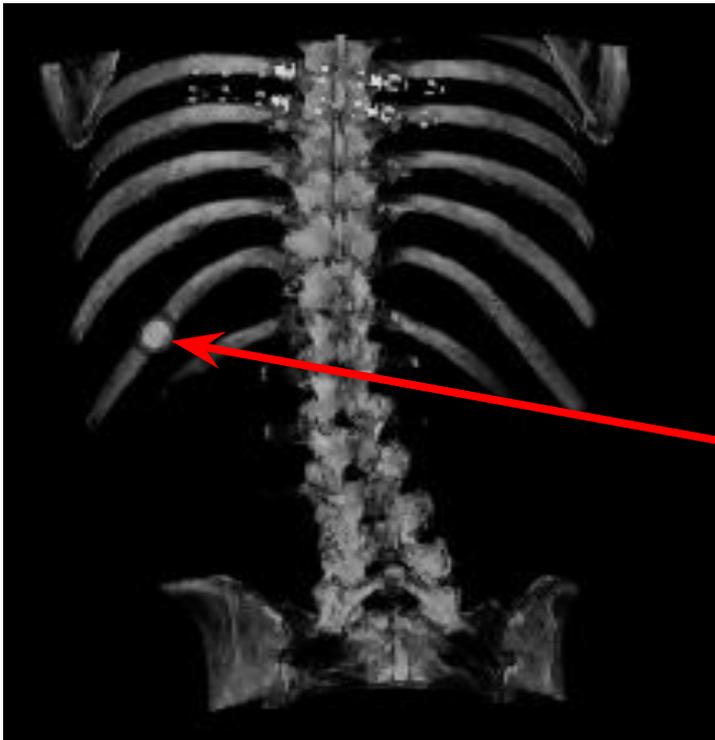
Компьютерная томограмма грудной клетки.
Трехмерная реконструкция.
Видна аневризма грудной аорты

Методика мультимодальных изображений

Значительным шагом вперед, продвинувшим изобразительные методы аппаратно-компьютерных систем, стала **методика так называемых мультимодальных, или «спаянных изображений»** (fusion imaging).

При этом на одном снимке или на экране монитора получается 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.

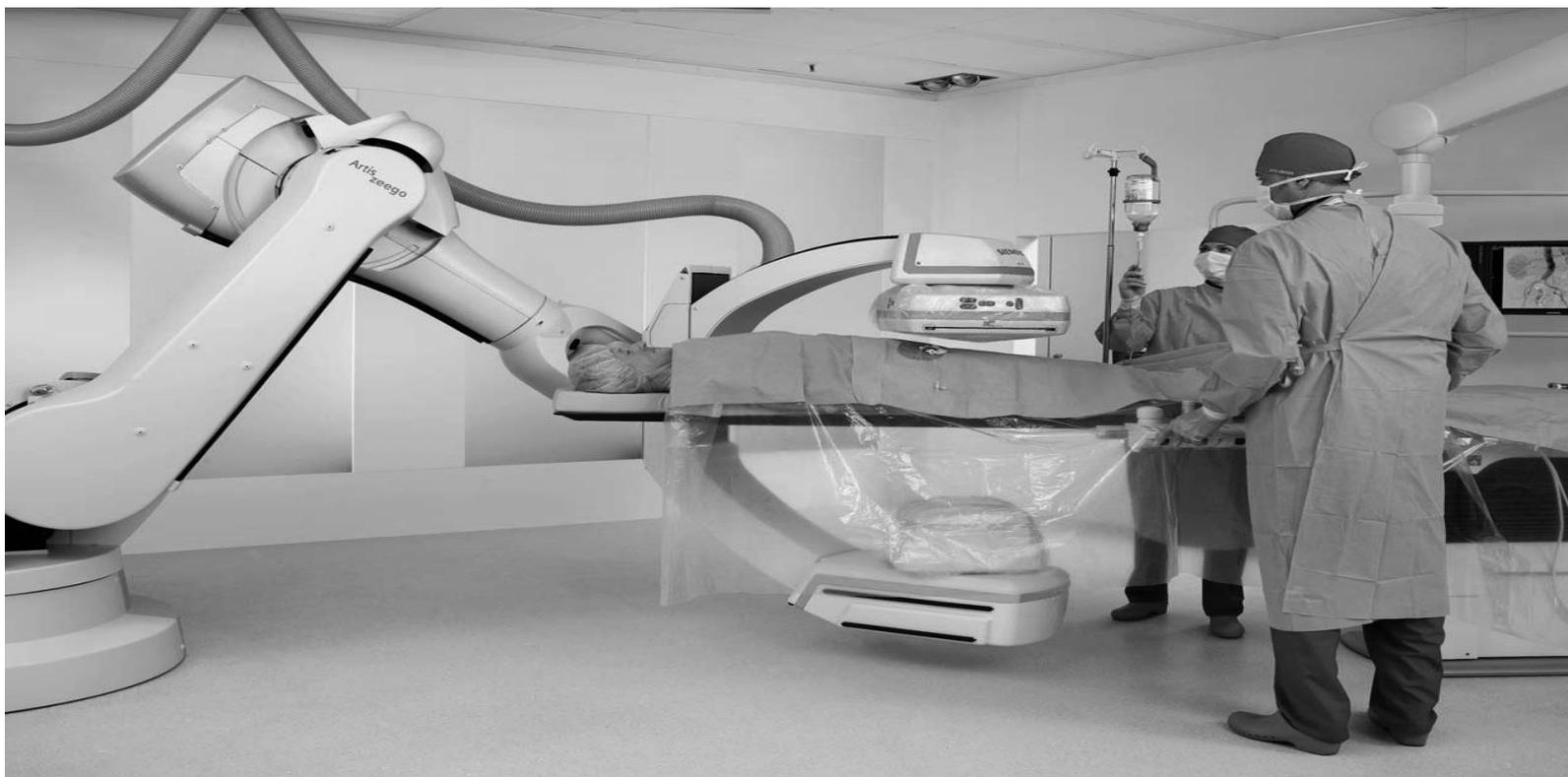


Мультимодальное изображение КТ/сцинтиграфия (вид сзади). Виден метастаз в XI левом ребре

Методика субтракции медицинских изображений

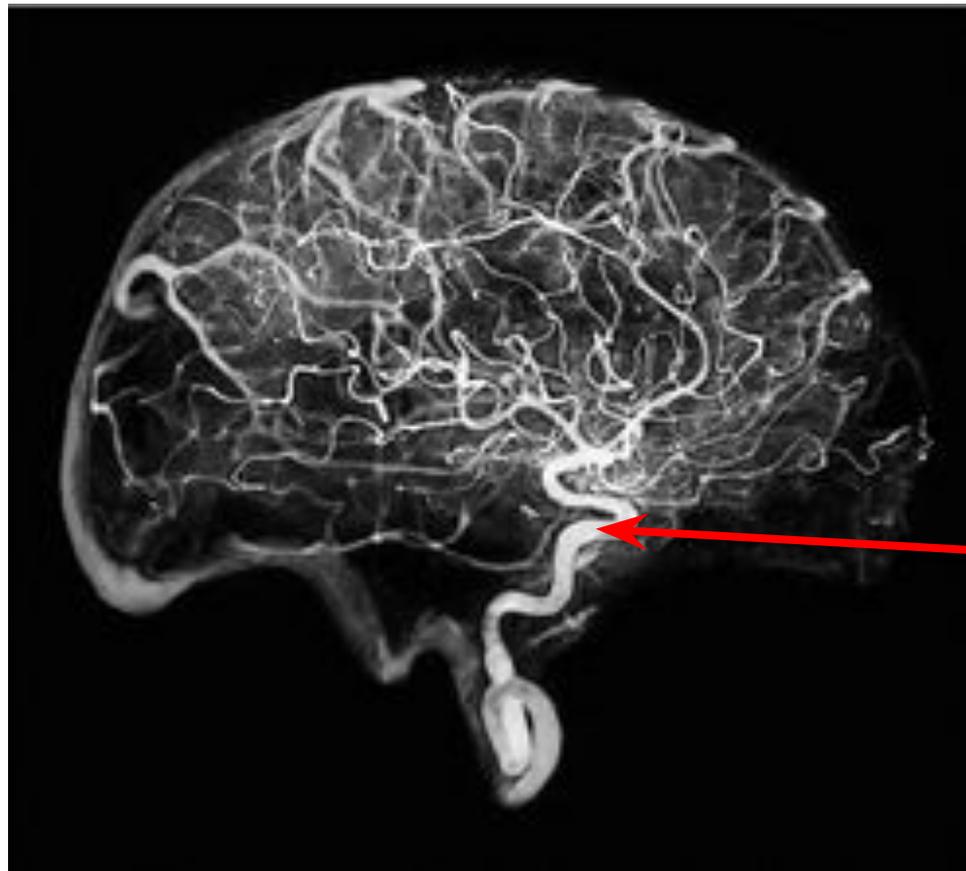
Метод альтернативного подхода к манипуляциям с медицинскими изображениями – их вычитание (субтракция).

При этом одну и ту же область исследуют различными методами, а затем из одного изображения вычитают другое – производят вычитание. В качестве примера можно привести дигитальную субтракционную ангиографию (ДСА) Агниографический комплекс фирмы Сименс



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
Ангиограмма головного
мозга
мозга

Аппаратно-компьютерные системы для получения параметрических данных

Медицинские 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**

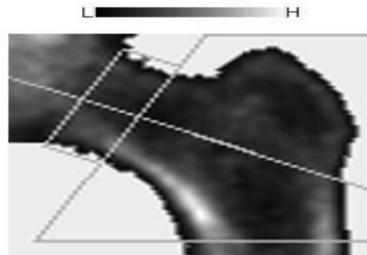
Остеоденситометрия

Разность в адсорбционной способности рентгеновских лучей скелетом оценивается с помощью компьютера. Итоговым результатом исследования является количественный показатель минеральной плотности костей (рис.4. 28). Причем, компьютер позиционирует это плотность в три зоны – нормальную, зоны среднего и высокого риска переломов. Данное исследование нашло большое распространение при выявлении и изучении остеопороза – одного из наиболее частых заболеваний человека

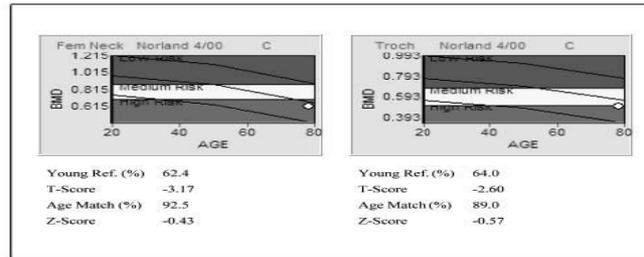
Name: Емельянова, Н.Т.
ID: 138

Sex: Female
Ethnic: Caucasian
Age: 78 years

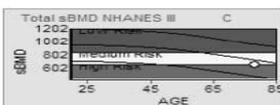
Height: 150
Weight: 64



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 | ***** | ***** | ***** | ***** |

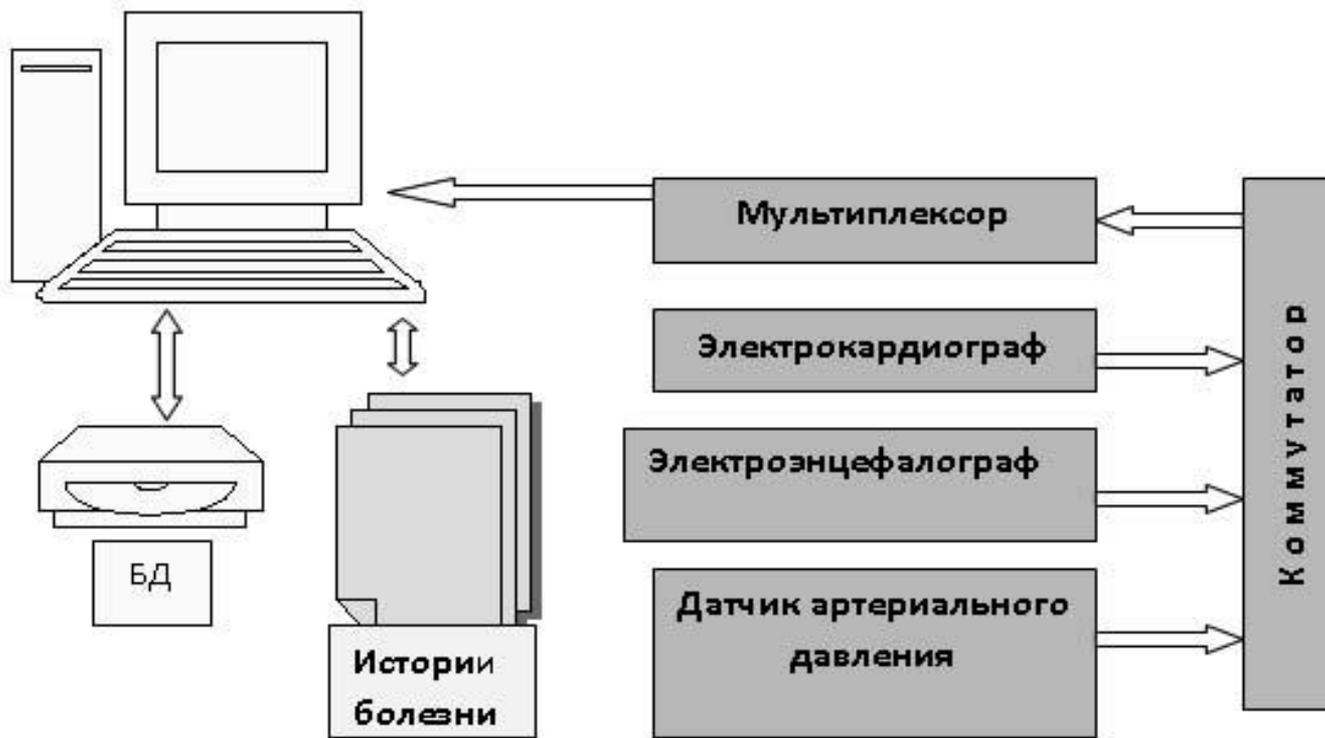


Young Ref. (%) 68.0
T-Score -2.49
Age Match (%) 90.4
Z-Score -0.56

Остеоденситограмма
с указанием минерализации
скелета

Системы получения функциональных данных

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



Функциональная
схема
медицинского
аппаратно-
компьютерного
комплекса для
регистрации
нескольких
параметров

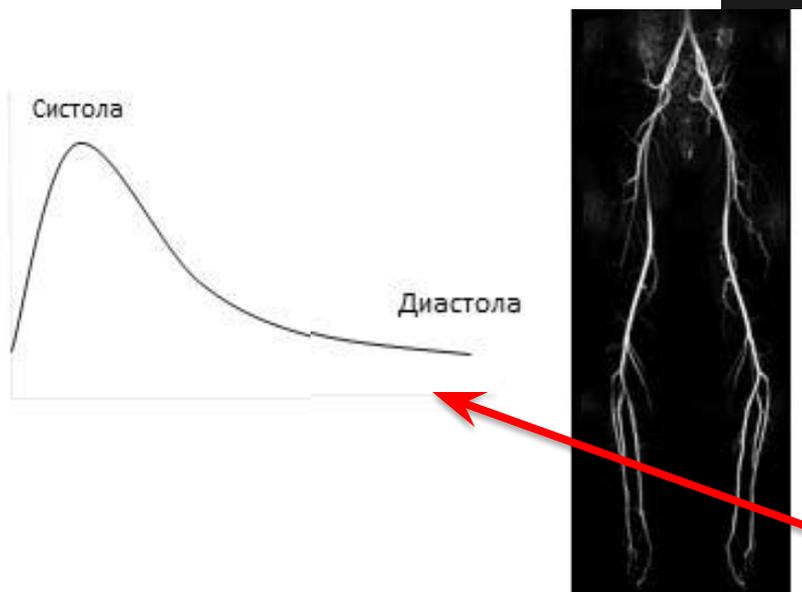
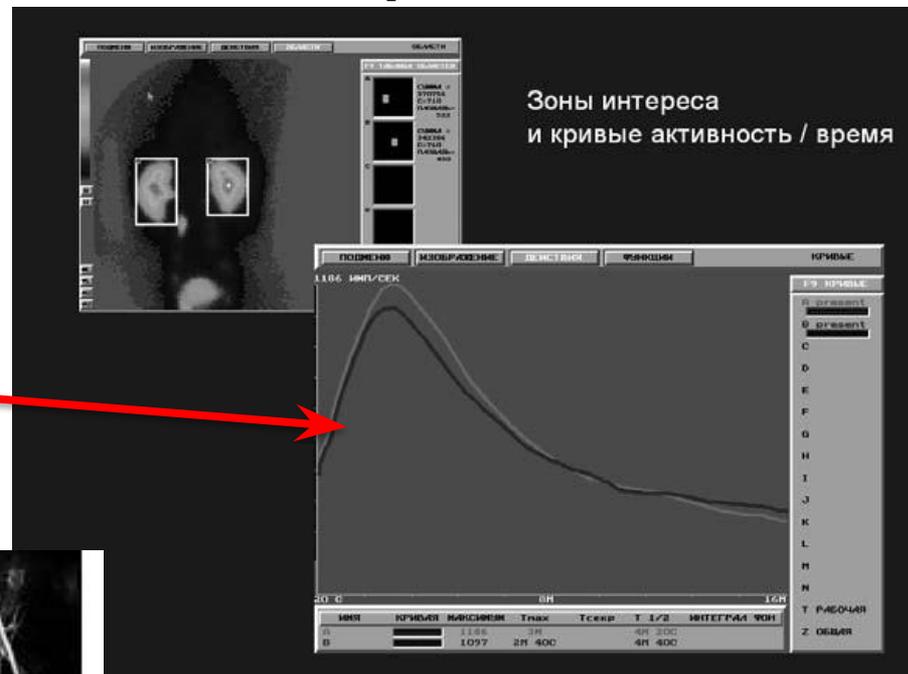
Аппаратно-компьютерные системы функционального состояния органов

Существует еще один вид медицинских аппаратно-компьютерных систем, определяющих функциональное состояние изучаемых органов. В этих системах компьютер выполняет задачу анализатора серии изображений, каждое из которых показывает функциональную активность органа. 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

Аппаратно-компьютерные системы функционального состояния органов

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

Все аппаратно-компьютерные медицинские системы диагностического направления условно делятся на

1. операторозависимые
2. и операторонезависимые.

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 подобных исследованиях твердые копии изображений имеют ограниченное медицинское и юридическое значение.

Операторонезависимые системы. При цифровой рентгенографии, компьютерной рентгеновской и магнитно-резонансной томографии, радионуклидной визуализации результирующее изображение органа в первую очередь связано с настройкой аппарата и физическими параметрами его функционирования. Итоговые данные таких исследований более объективно отражают сущность изучаемого органа.

Аппаратно-компьютерные системы мониторинга

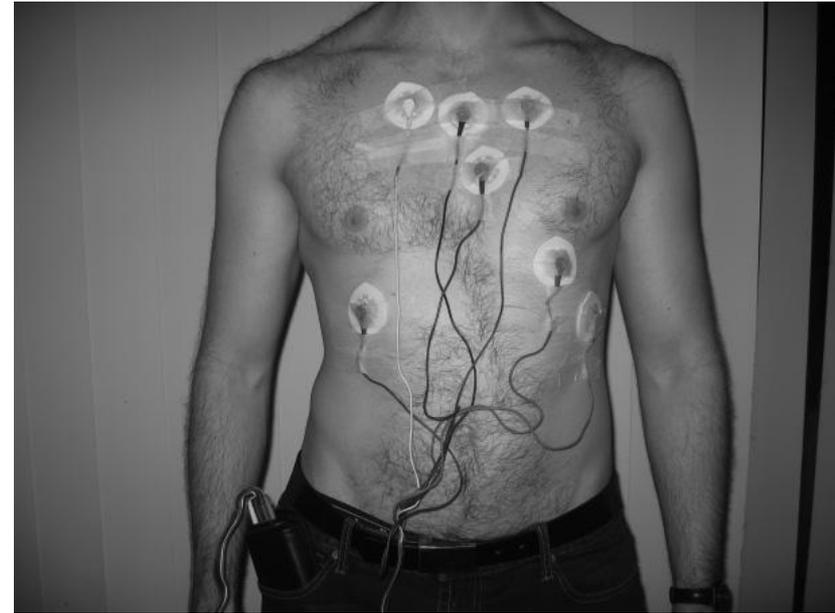
Медицинские аппаратно-компьютерные системы мониторинга включают в себя различные классы устройств, предназначенных для отслеживания на значительном промежутке времени функционального состояния различных органов.

Часто эти системы используются в реанимации, в кардиологических и хирургических отделениях, в операционных блоках.

Аппаратно-компьютерные системы мониторинга

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

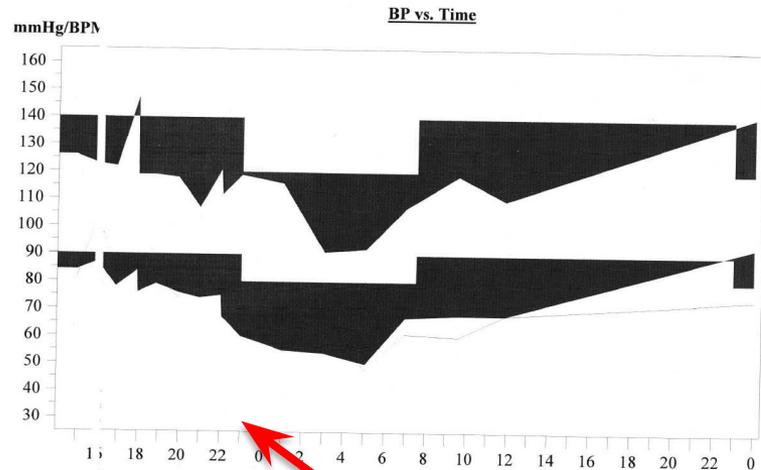
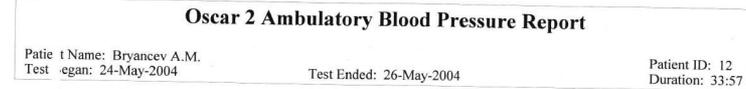
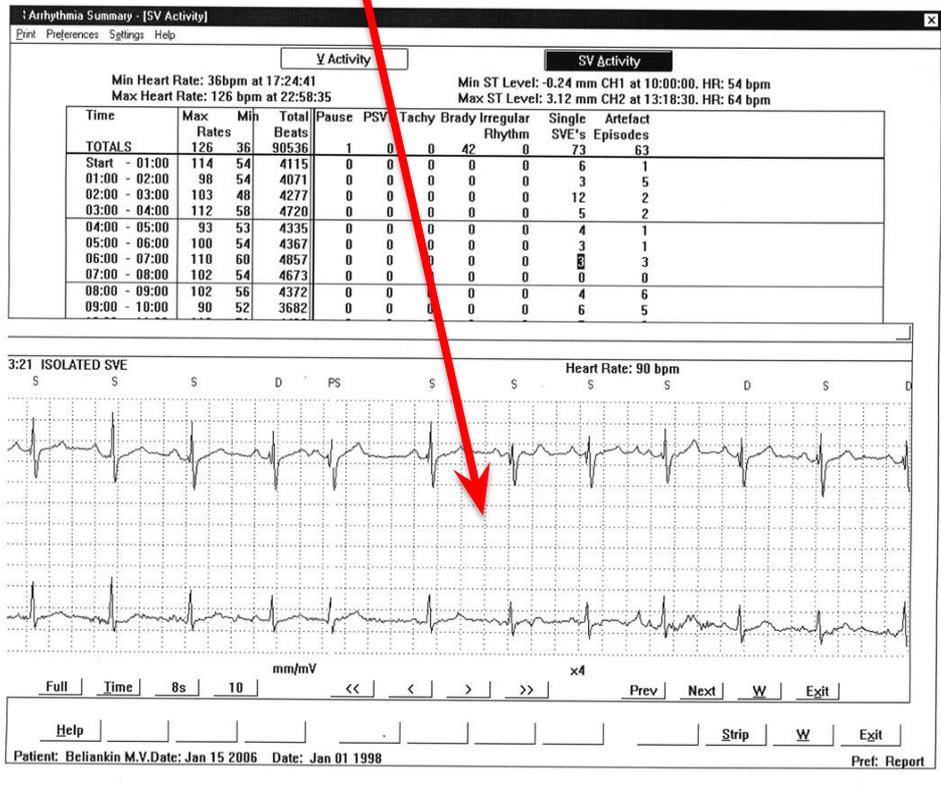
К поверхности тела больного прикрепляются датчики регистрирующие пульс, артериальное давление и ЭКГ в течении суток



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

Холтеровская система

Заключительная таблица ЭКГ холтеровского суточного мониторинга. Выявлены одиночные экстрасистолы



Суточные колебания артериального давления, выявленные в процессе холтеровского суточного мониторинга

Холтеровская система

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.



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.

Большое значение в этом отношении имеют 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 !

