



Кафедра  
лучевой диагностики  
и лучевой терапии

Доцент Рожковская В.В.

**РАДИОНУКЛИДНАЯ  
ДИАГНОСТИКА  
ОСНОВЫ  
И  
ПРИНЦИПЫ**

**РАДИОНУКЛИДНАЯ ДИАГНОСТИКА** -  
это самостоятельный научно-  
обоснованный клинический **раздел**  
**медицинской радиологии**, пред-  
назначенный для распознавания  
патологических состояний отдель-  
ных органов и систем с помощью  
радионуклидов и меченных  
соединений

**Эти исследования основаны** на принципе регистрации и измерения излучений от введенных в организм радиофармацевтических препаратов (РФП) или радиометрии биологических проб

# Все методики радионуклидной диагностики можно разделить на следующие группы:

1 полностью обеспечивающие установление диагноза заболевания

2 определяющие нарушения функции исследуемого органа или системы, на основании которых разрабатывается план дальнейшего обследования

3 устанавливающие особенности анатомо-топографических положений внутренних органов

4 дающие возможность получить дополнительно диагностическую информацию в комплексе клинико-инструментального обследования с целью более полного диагностического заключения

# Радиофармацевтическим препаратом (РФП )

называется химическое соединение, содержащее в своей молекуле определенный нуклид, и которое разрешено для введения человеку с диагностической или лечебной целью

# КРИТЕРИИ ВЫБОРА РАДИОАКТИВНОГО НУКЛИДА ДЛЯ МЕТКИ РФП

- 1 Определенный вид излучения
- 2 Низкая радиотоксичность
- 3 Определенный период полураспада
- 4 Удобная для регистрации энергия излучения
- 5 Необходимые биологические свойства

**В настоящее время нашли наиболее широкое применение в клинической практике для метки следующие нуклиды:**

Se75, In-111, In-113m, I-131, I-125  
Xe-133, Au-198, Hg-197, Tc- 99m.

Наиболее пригодным для клинического исследования являются короткоживущие радионуклиды - **Tc-99m** и **In -113m**, которые возможно получить в специальных генераторах в лечебном учреждении непосредственно перед использованием



# Условно РФП делятся на :

- 1 Органотропные
- 2 Туморотропные или специфически тропные
- 3 Без выраженного селективного накопления в тканях и организме

**В зависимости от способа и типа регистрации излучений все радиометрические приборы разделяются на следующие группы:**

- ***Лабораторные радиометры***
- ***Медицинские радиометры***
  - ***радиографы***
  - ***сканеры***
- ***сцинтилляционные гамма-камеры***

## *Детектором*

называется воспринимающая часть прибора, которая непосредственно обращена к источнику

## **Электронный блок**

управления позволяет поддерживать необходимый уровень напряжения тока подаваемого к электродам ионизационного детектора или на ФЭУ

## Дисплей

- блок представления данных измерений, который обеспечивает получение регистрируемого излучения в виде единиц скорости счета на электронном табло (импульс/минута), а также трансформацию в виде кривых или анатомо-топографического изображения

# Радионуклидная диагностика

**in vivo**

**Динамические  
методы  
радионуклидной  
диагностики**

**Методики**, которые позволяют оценить главным образом состояние функции органа или систем относятся к методикам динамического радионуклидного исследования и носят название - **радиометрия, радиография или гамма - хронография**

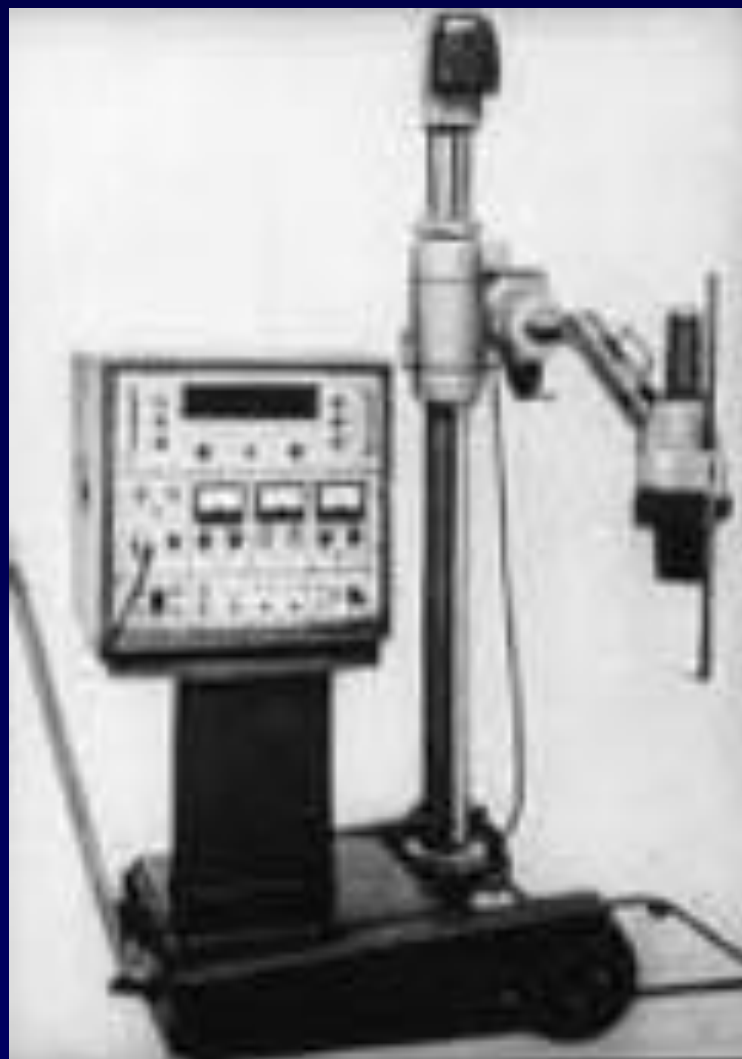
# Показанием к динамическим радионуклидным исследованиям являются:

- 1 клинические - лабораторные данные о возможном заболевании или поражении сердечно-сосудистой системы, печени, желчного пузыря, почек, легких
- 2 необходимость определения степени нарушения функции исследуемого органа до начала лечения, в процессе лечения и катамнезе
- 3 необходимость изучения сохранившейся функции исследуемого органа при обосновании операции



**Методика**, основанная на принципе определения состояния функции отдельных органов и систем путем получения относительных или абсолютных численных показателей и носит название -

**радиометрия**



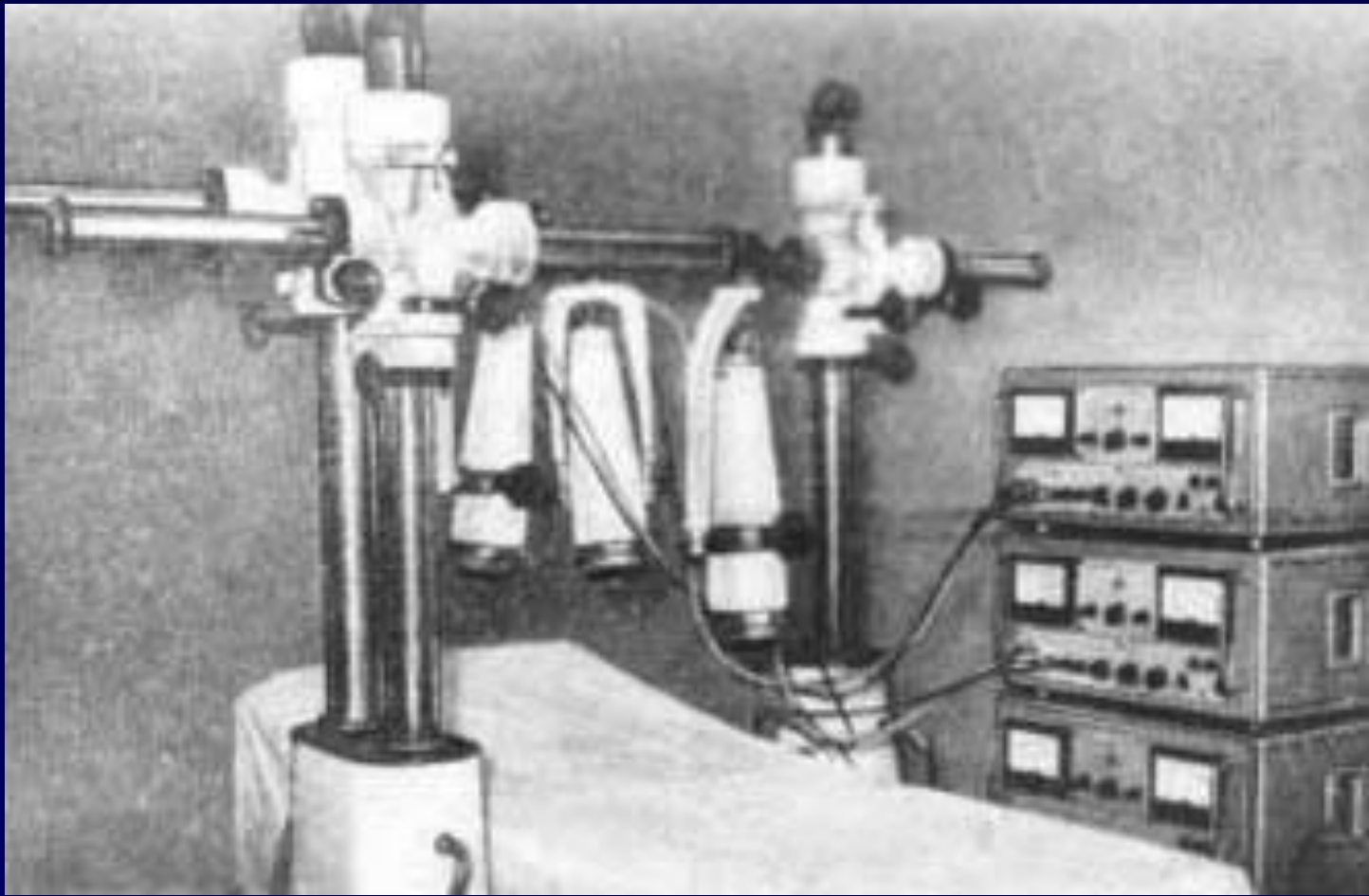
Одноканальный радиометр



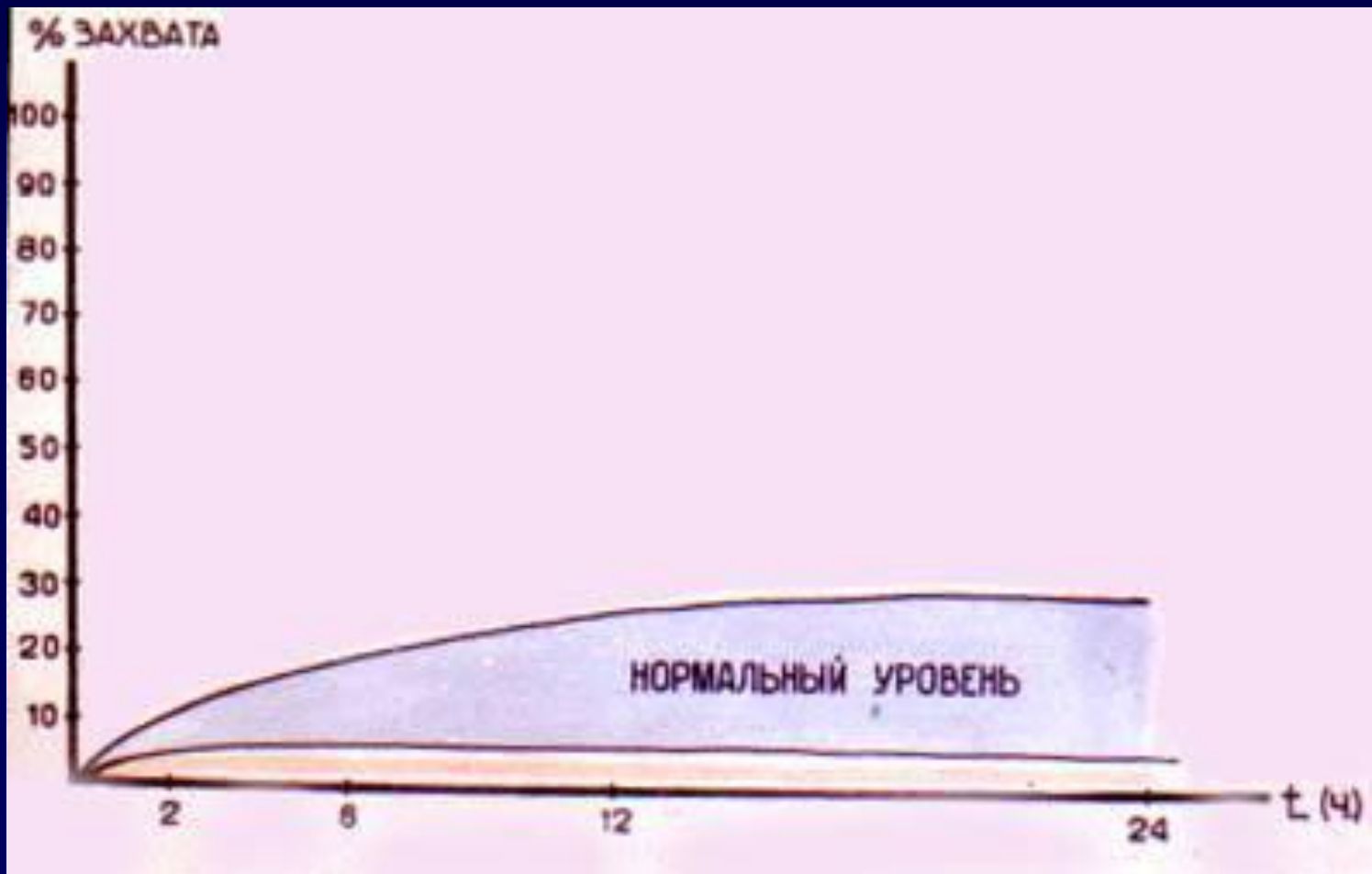
Положение больной при проведении  
теста захвата РФП щитовидной железой

**Методики**, основанные на принципе определения функции отдельных органов и систем путем получения записи кривой получили следующее название:

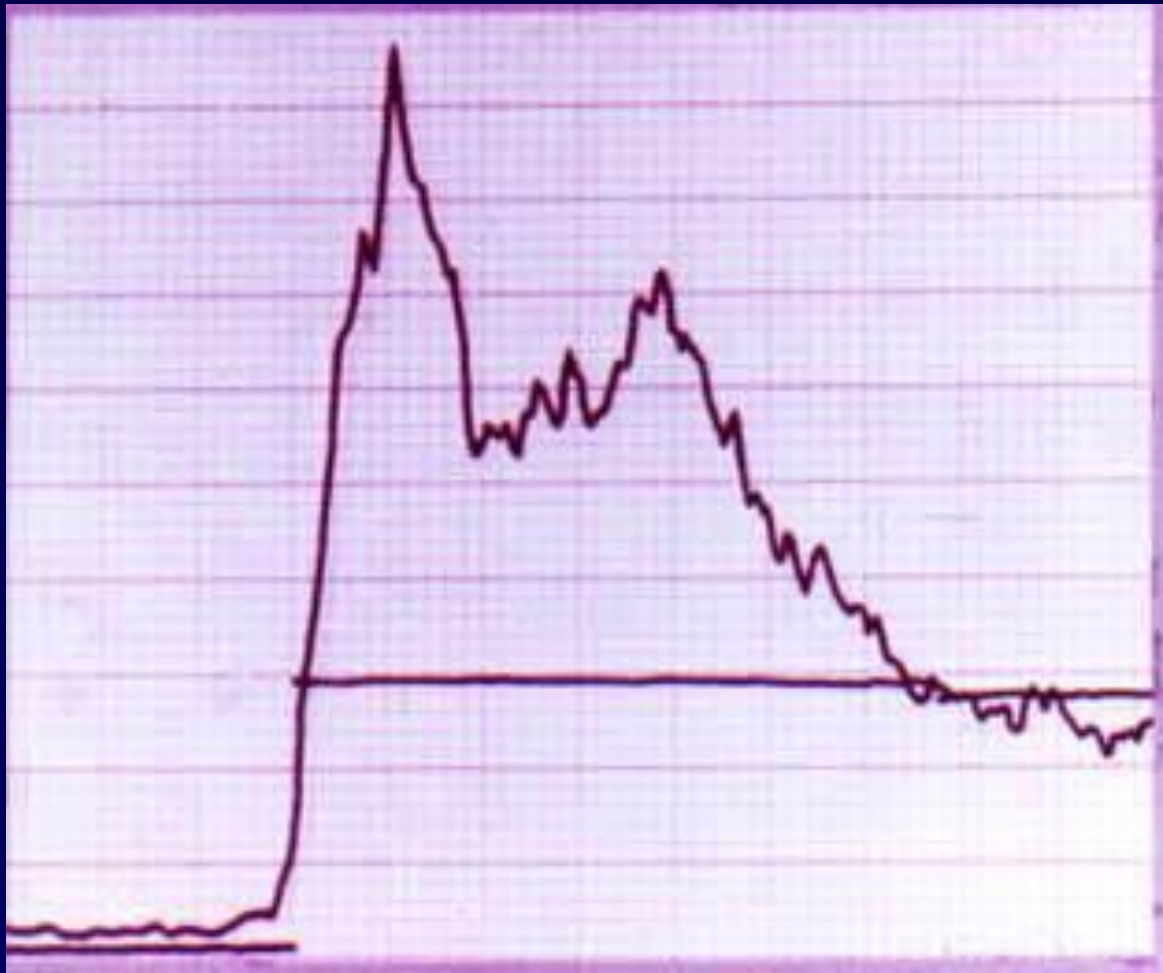
- **радиокардиография** или *гамма - хронография сердца*
- **радиоэнцефалография** или *гамма - хронография черепа*
- **радиоренография** или *гамма - хронография почек*
- **радиогепатография** или *гамма - хронография печени*
- **радиопульмонография** или *гамма - хронография легких*



Многоканальный радиограф



Нормальный захват ТС -99м

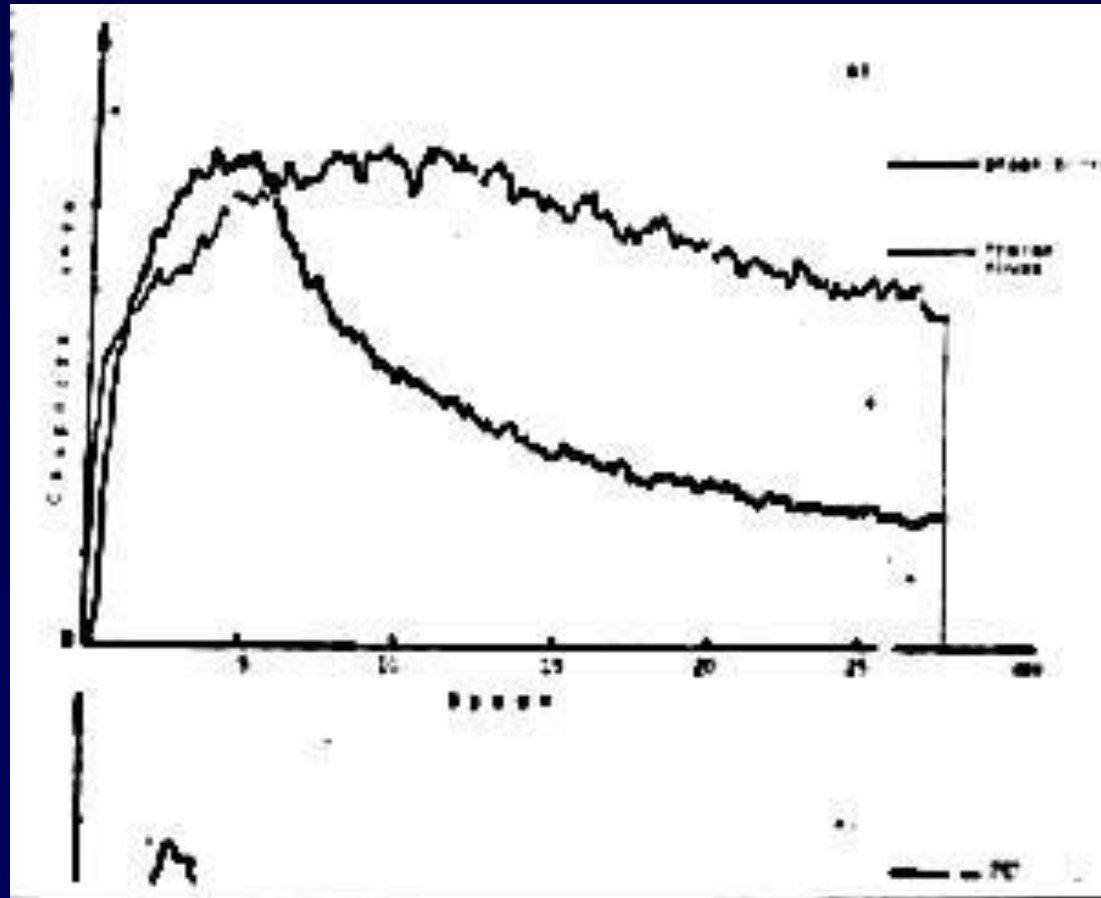


Гамма - хронограмма сердца





Положение больного при  
гаммахронографии почек



Радиоренограмма в норме и при нарушении накопительной функции почек

# **Статические радионуклидные исследования**

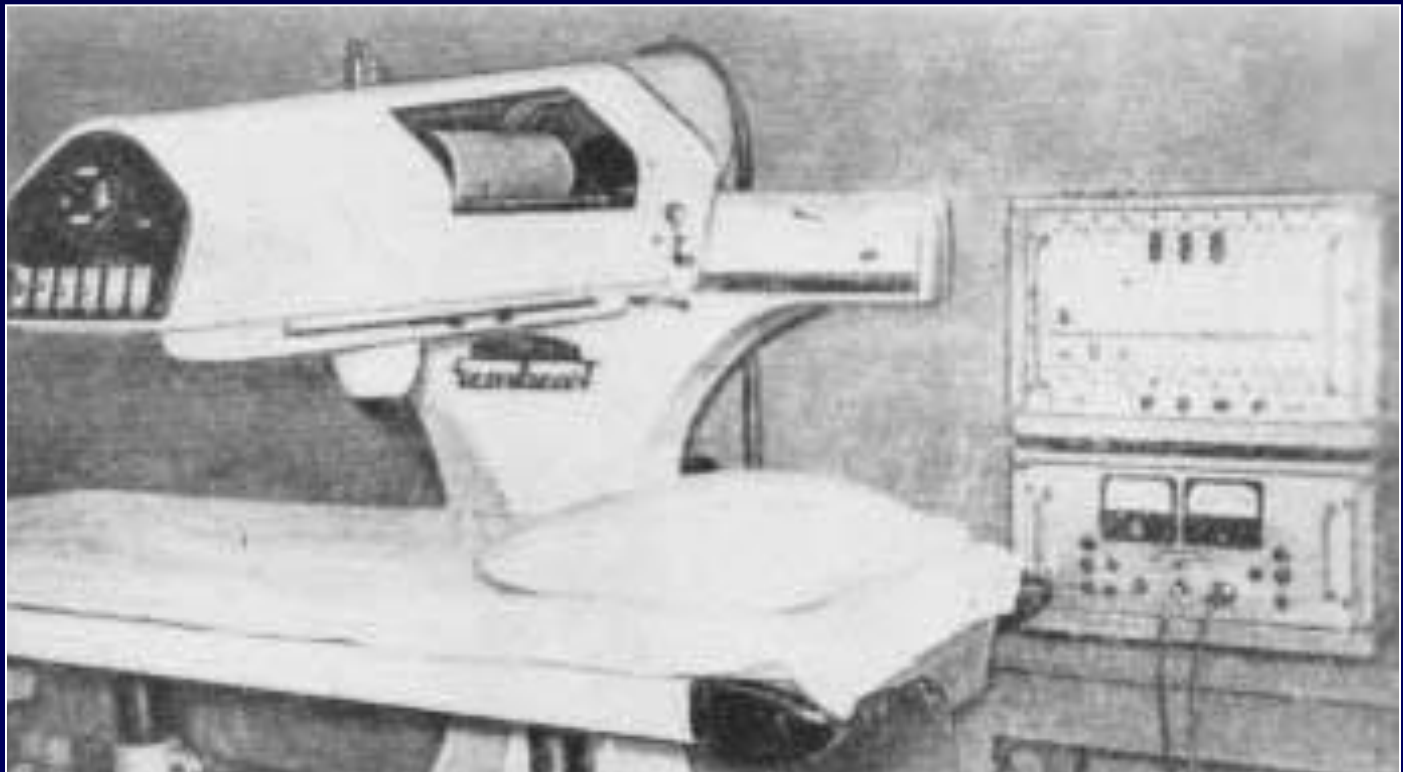
**Методики**, которые позволяют получить представление об анатомо-топографическом состоянии внутренних органов и систем относятся к статическим радионуклидным исследованиям и носят название -

**гамма-топография** или **сканирование**, **сцинтиграфия**

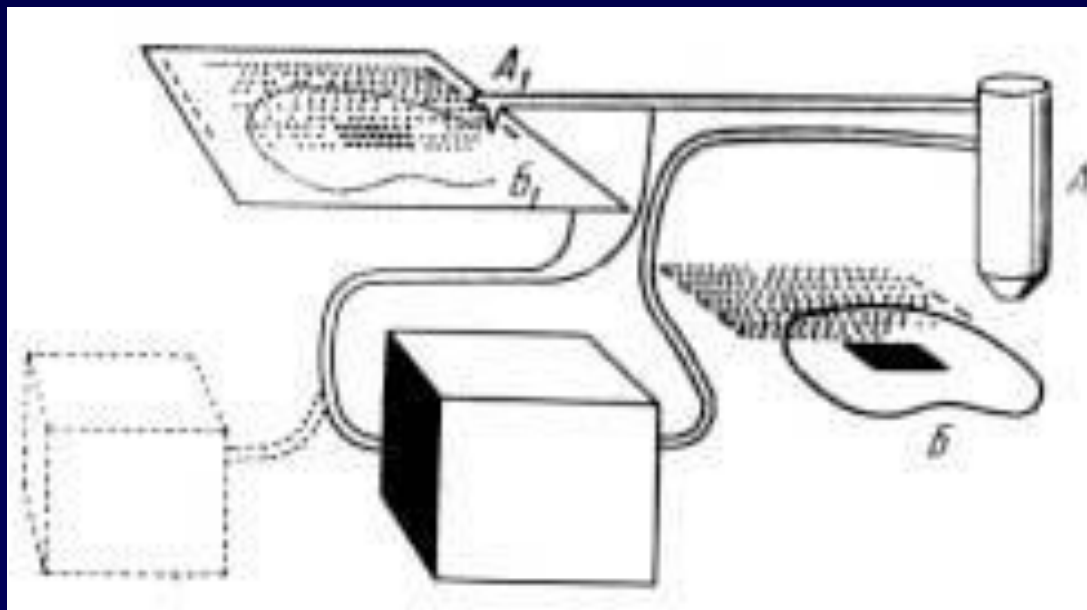
# Показания к статическим методикам радионуклидной диагностики:

- 1 уточнение топографии внутренних органов (при диагностике пороков развития)
- 2 диагностика опухолевых процессов и кист
- 3 определение объема и степени поражения органа или системы

Исследования при статических исследованиях выполняют на **сканерах (сканирование)** или на **гамма - камерах (сцинтиграфия)**, которые имеют примерно равные технические возможности в оценке анатомо-топографического состояния внутренних органов, однако **сцинтиграфия имеет определенные преимущества**



Венгерский гаммапограф



Принцип устройства гамма - топографа:

А - коллиматор ( сцинтилляционный датчик );

Б - объект исследования;

А<sub>1</sub> -самописец;

Б<sub>1</sub> - сканограмма





Положение больного при сканировании щитовидной железы

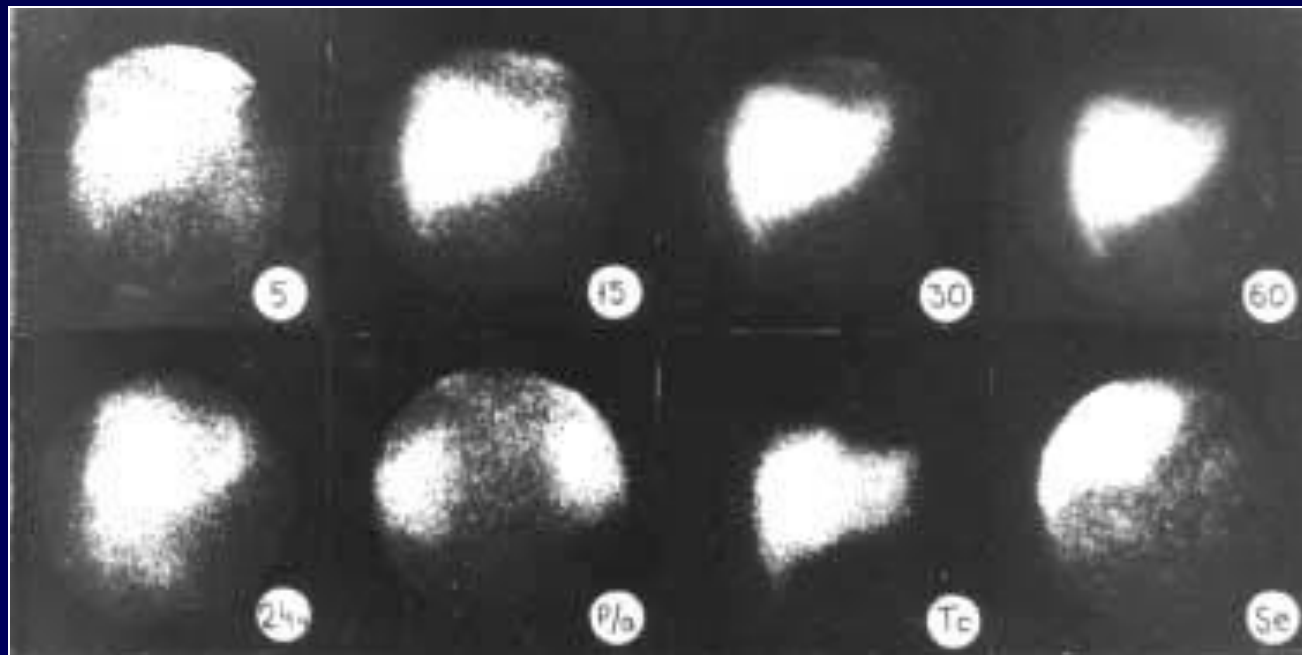


Положение больного при  
сканировании печени



Положение больного при  
исследовании печени с  
использованием гамма камеры

- **Сцинтиграфия выполняется более *быстро***
- **Сцинтиграфия дает возможность *совмещать* статические и динамические исследования**



Сцинтиграмма печени

## Схема анализа изображения сканограмм и сцинтиграмм:

**положение** исследуемого органа в организме (обычное, смещенное вверх, вниз, латерально, медиально)

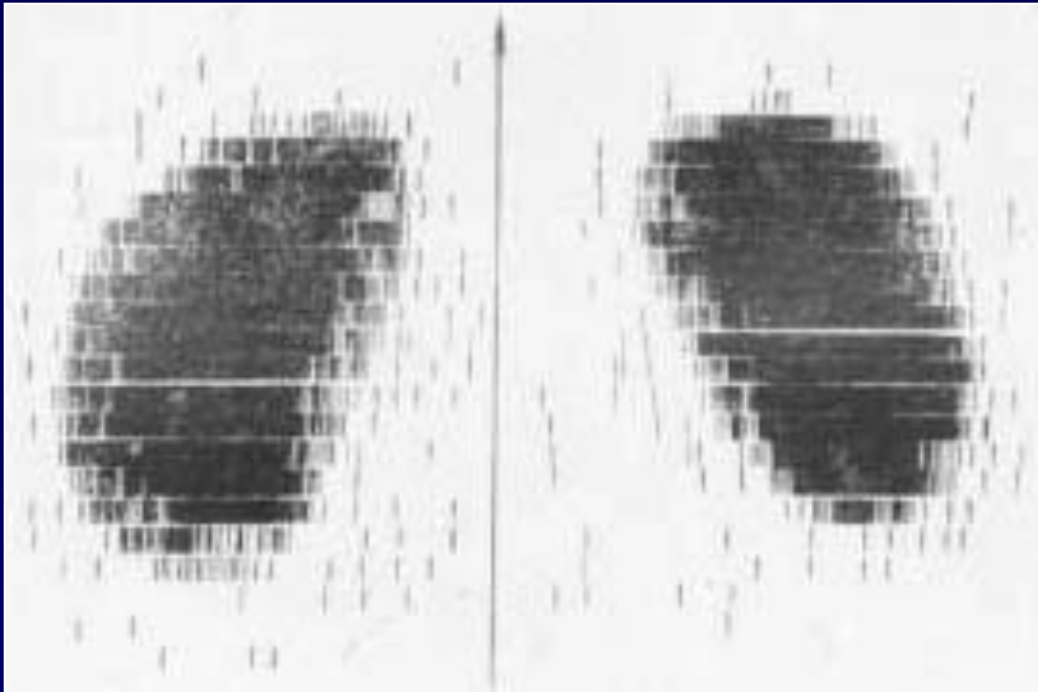
**форма** - обычная, деформированная за счет увеличения, уменьшения части органа или отсутствия отдельной части

**величина** или размеры органа:

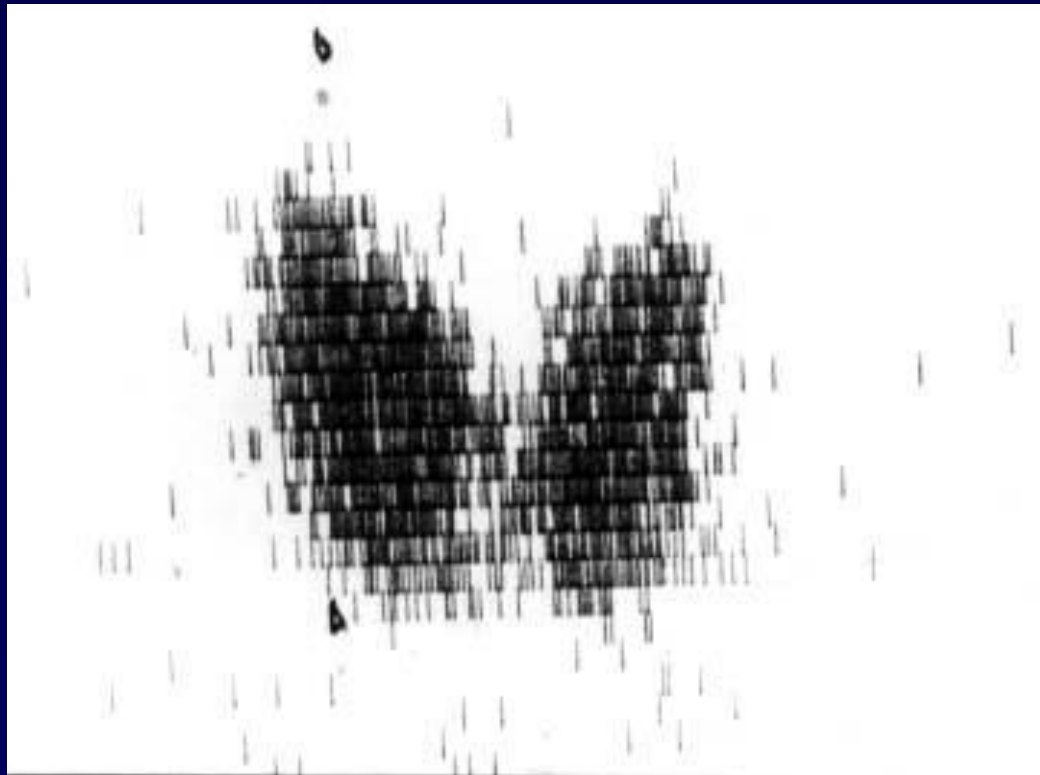
**оценка** распределения РФП в изучаемом органе, которая определяется по степени интенсивности черно-белого изображения или сочетания различных цветов на многоцветном изображении

# Изображение может быть:

- равномерным и одинаковым по интенсивности

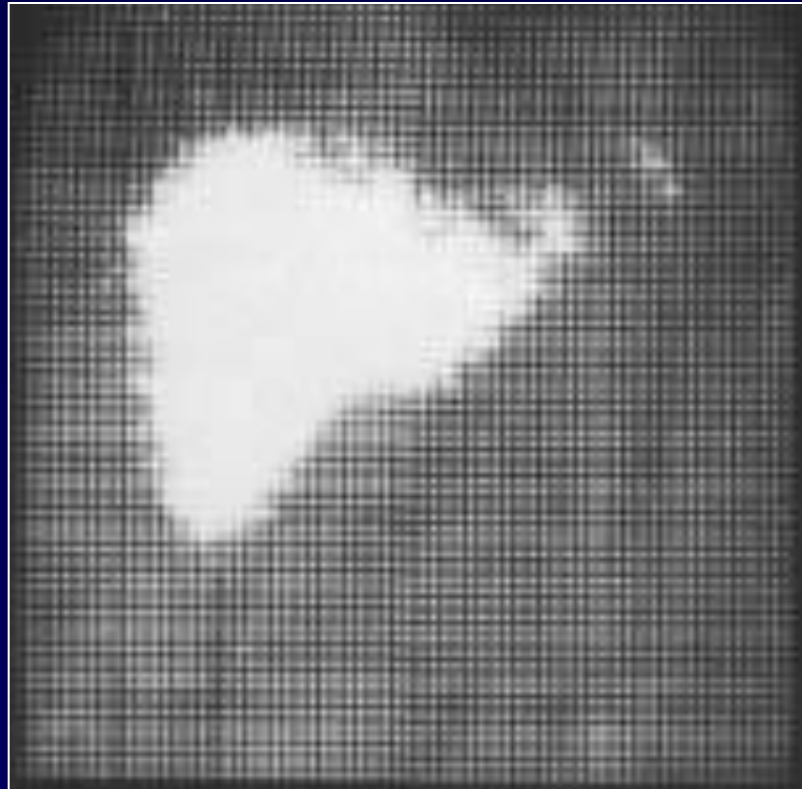


Нормальная нефросканограмма. Контрастность изображения равномерно и одинаковое по интенсивности. Почки расположены симметрично по отношению к позвоночнику



Черно-белое изображение  
неизменной щитовидной железы

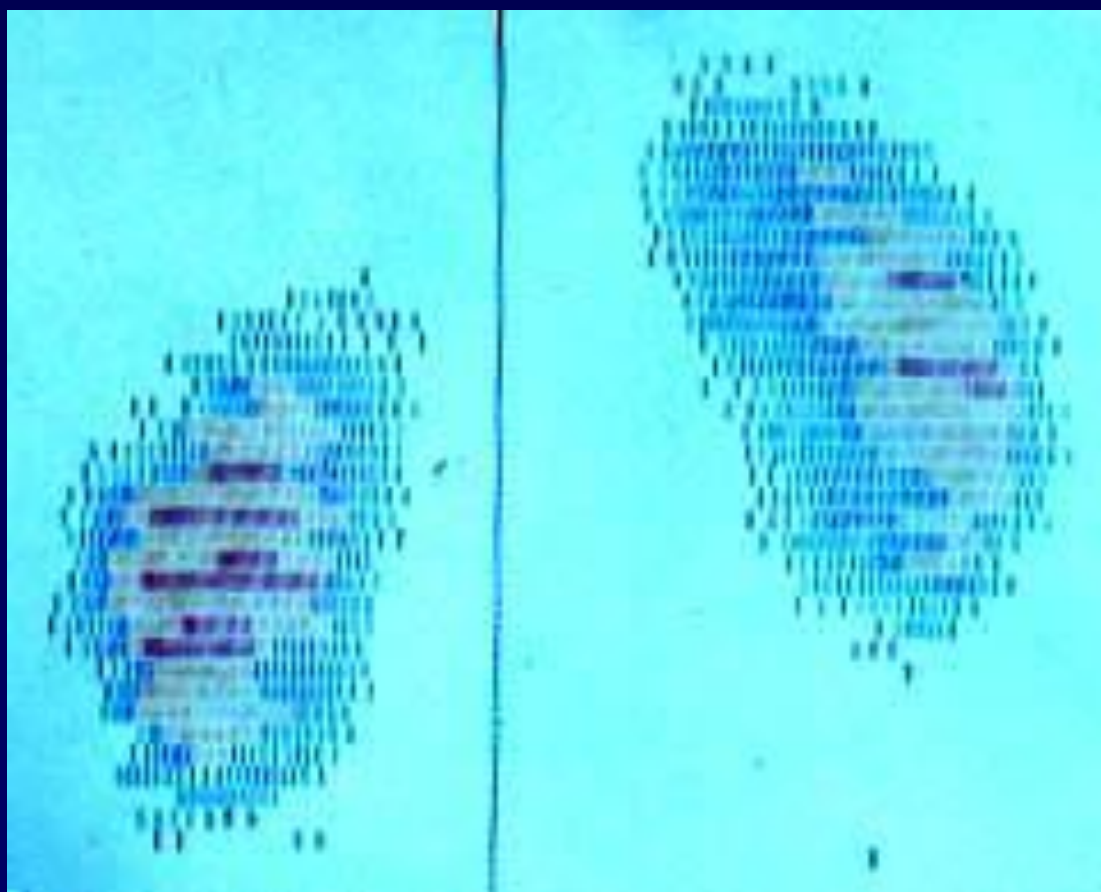




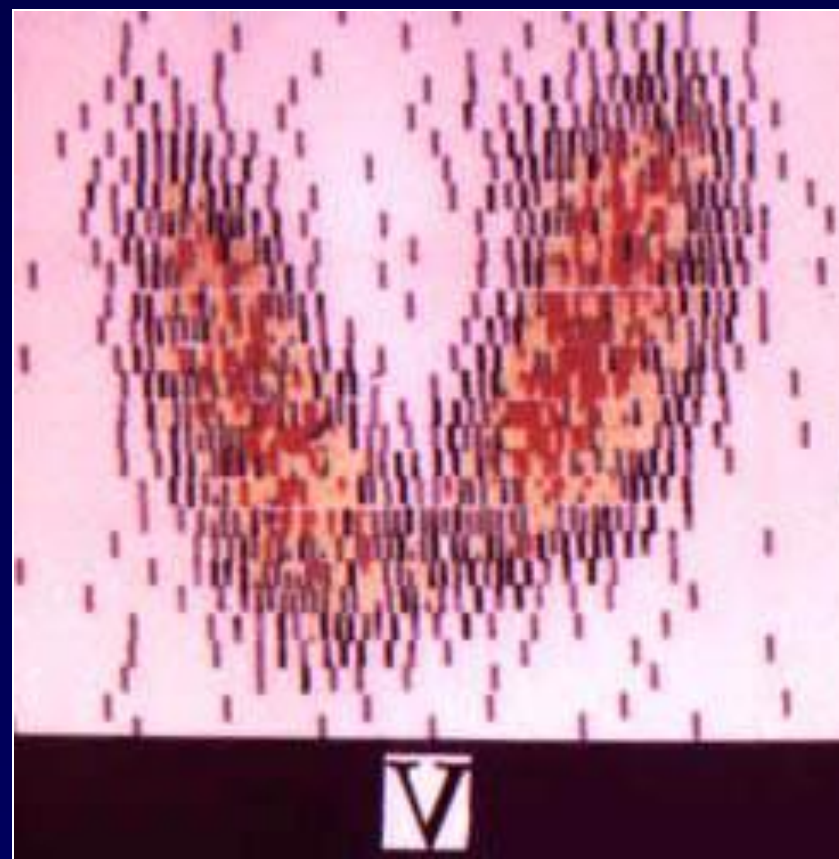
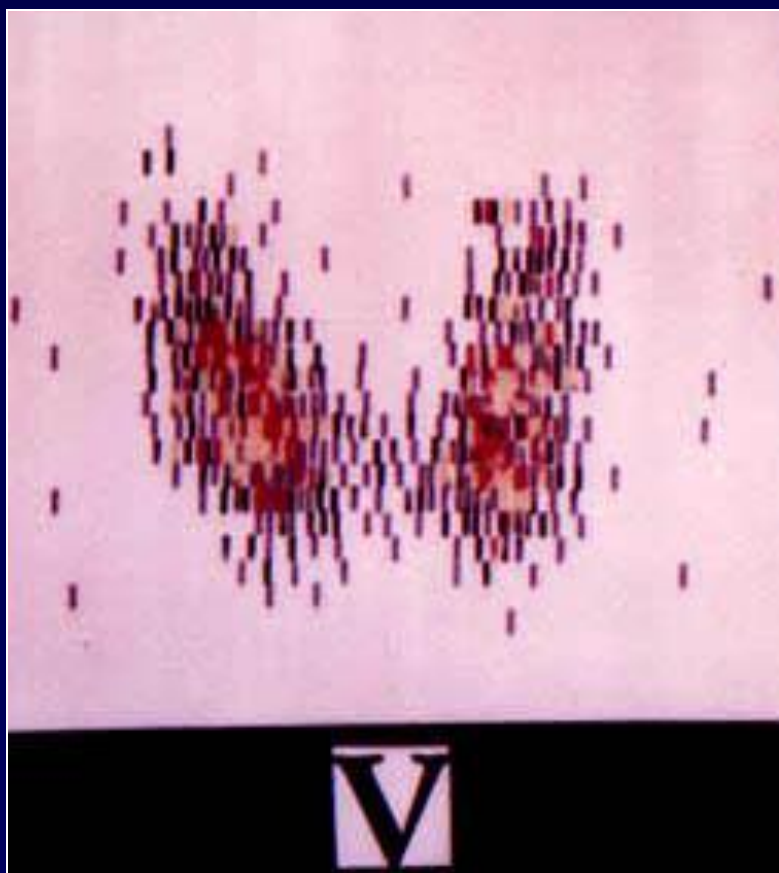
Гамматопограмма нормальной печени

# Изображение может быть:

- равномерным, но неодинаковой  
ИНТЕНСИВНОСТИ



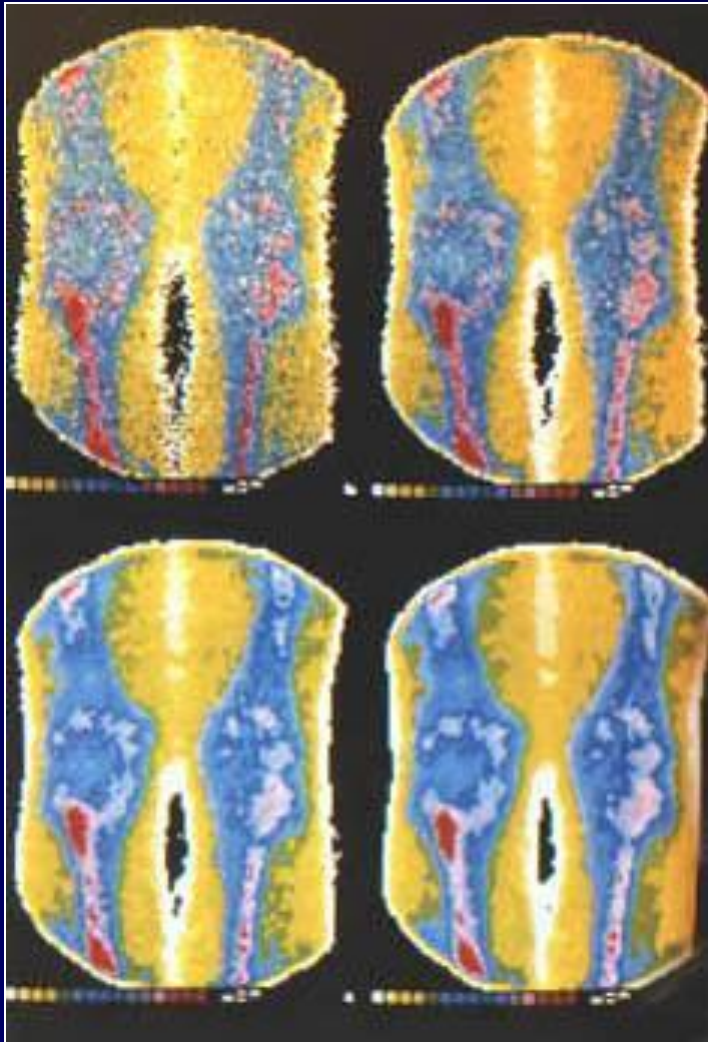
Сканограмма  
неизмененных  
почек



Сканограммы неизменной  
щитовидной железы

# Изображение может быть:

- очагово-неравномерной интенсивности

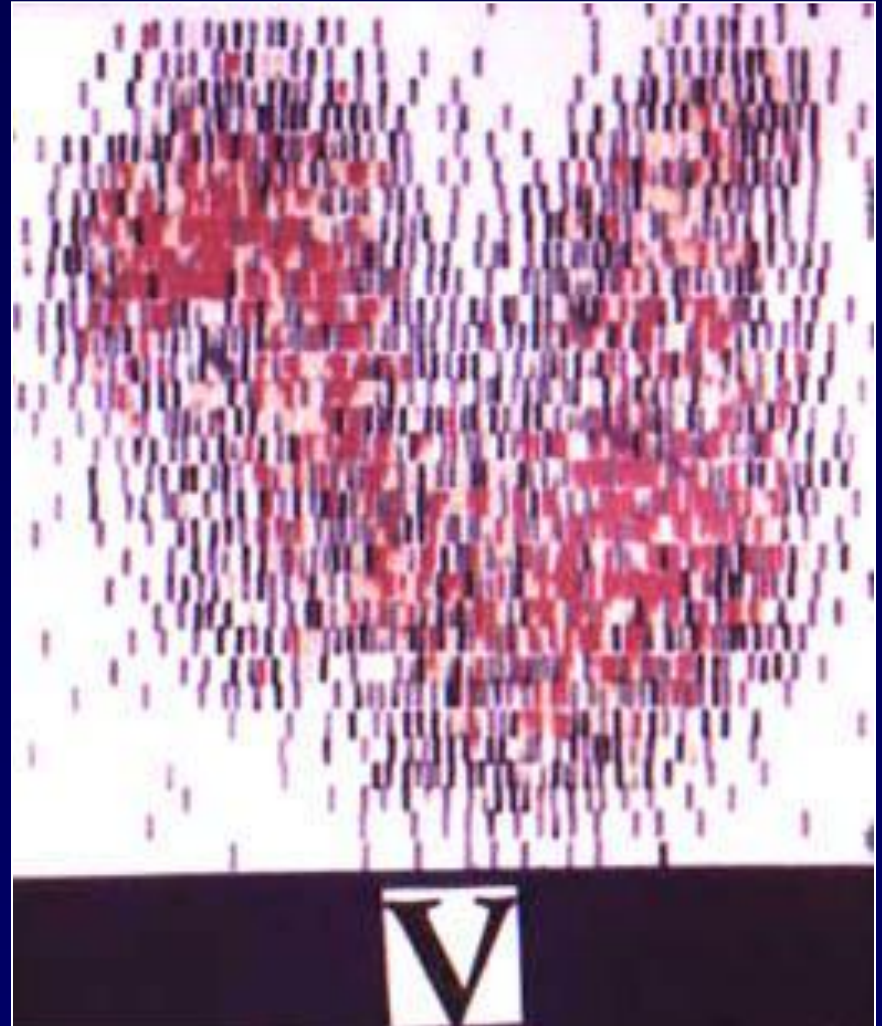


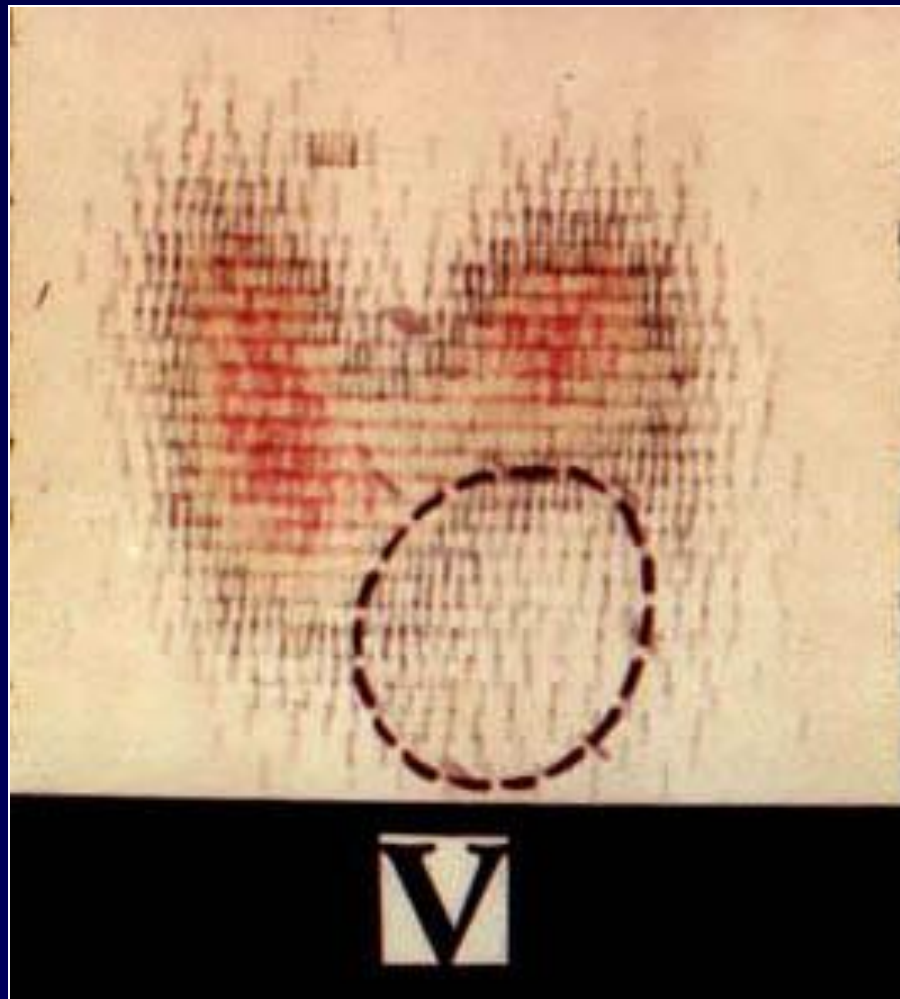
Сканограмма  
неизмененного  
коленного  
сустава

# Изображение может быть:

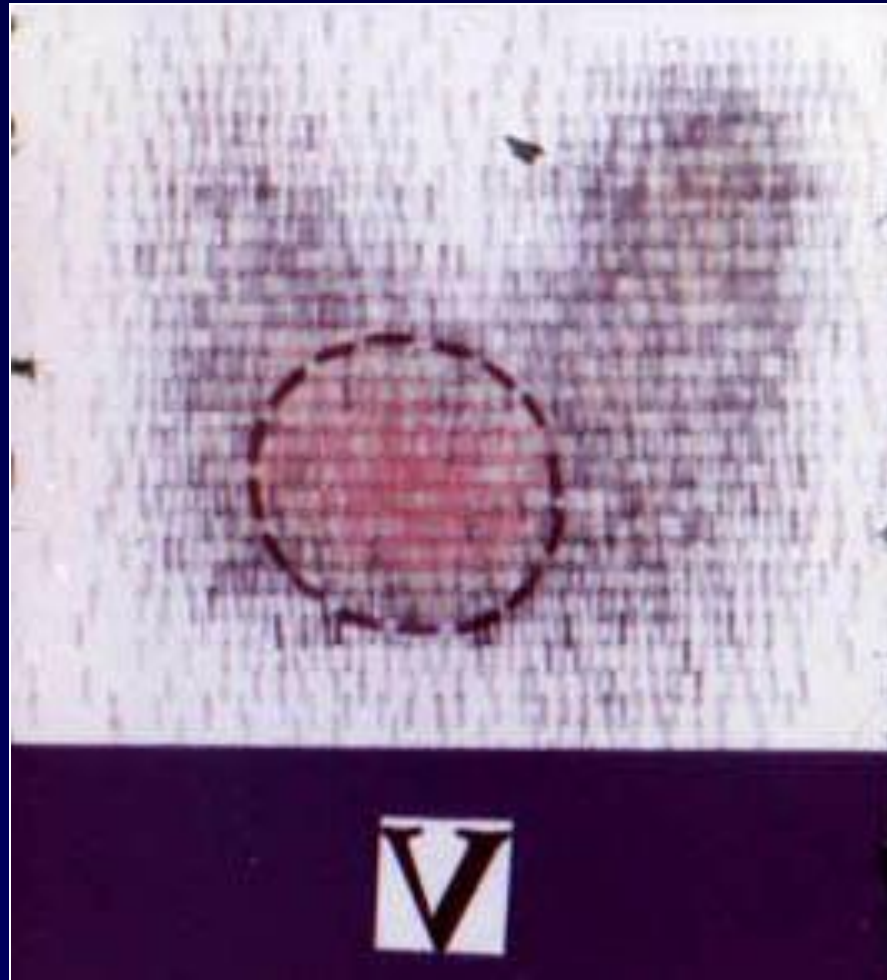
- наличие отдельных очагов на фоне обычного распределения интенсивности изображения изучаемого органа

Смешанный зуб  
третьей степени  
с наличием узлов  
в правой и левой долях





” **Холодный** “ узел нижнего полюса  
левой доли щитовидной железы



“ Теплый “ или “ горячий “ узел правой доли щитовидной железы

# Радионуклидная диагностика

**in vitro**

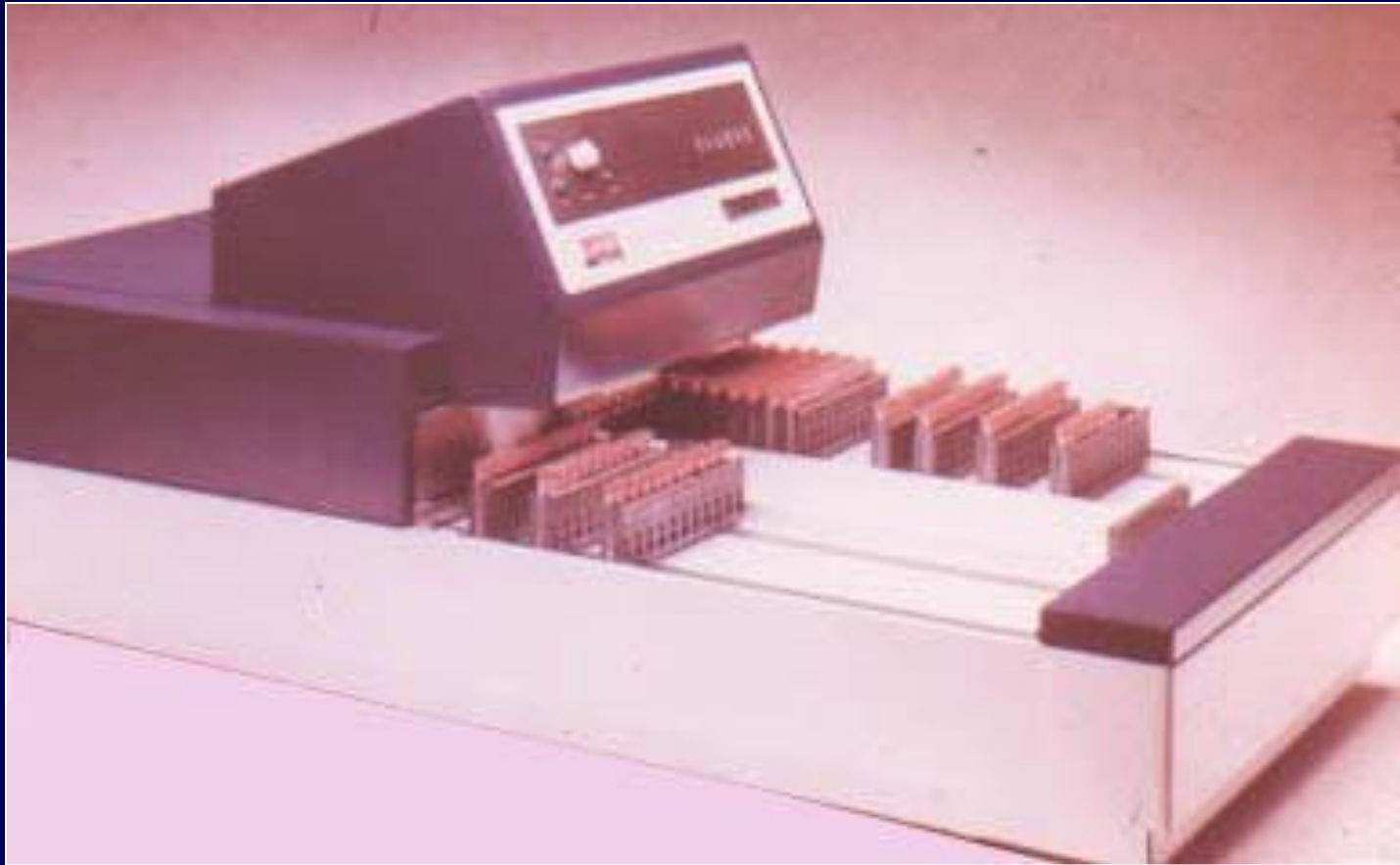


# Радионуклидная диагностика

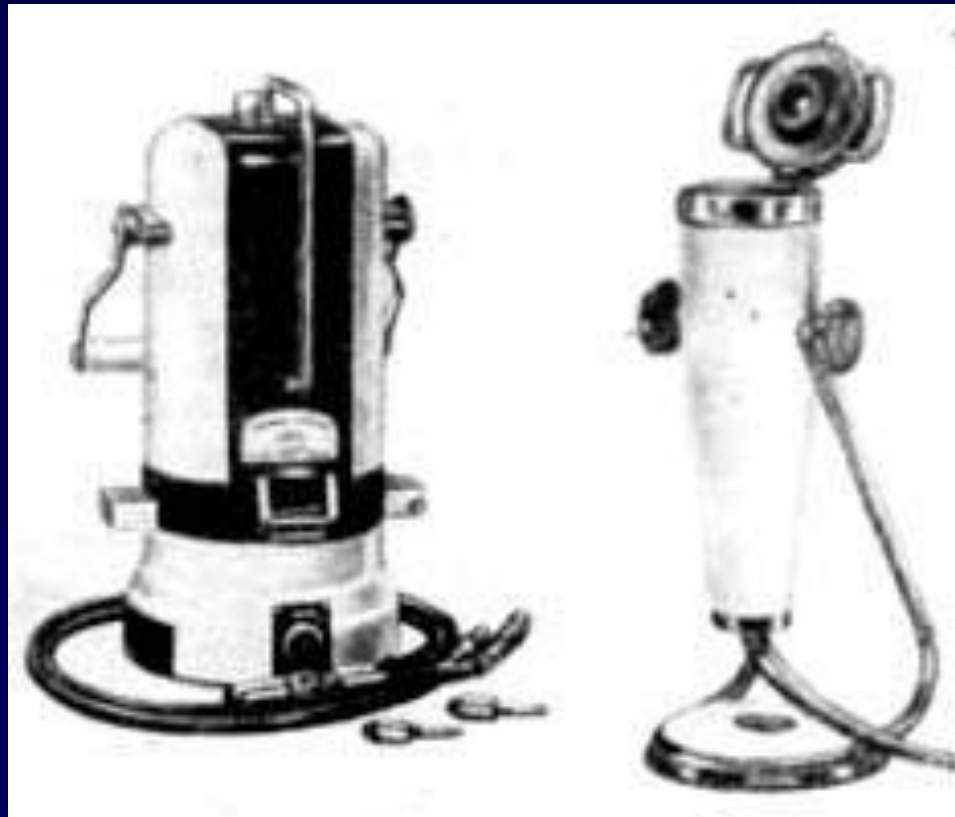
*in vitro*, в частности радиоиммуноанализ (РИА) базируется на использовании меченных соединений (антитело), которые смешиваются в пробирке с анализируемой плазмой крови пациента (антиген) непосредственно в лаборатории и не вводятся в организм пациента

# РИА - применяется:

- онкологии
- эндокринологии
- кардиологии
- педиатрии
- акушерстве и гинекологии
- аллергологии
- токсикологии



Счетчик для исследования  
“ in vitro ”



Измерительная свинцовая  
колонка “ ГАММА ”

# ЭМИССИОННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ

Подобно рентгеновской компьютерной томографии, у радионуклидной диагностики есть своя томографическая технология

*Применяются два основных томографических метода:*

1) однофотонная эмиссионная компьютерная томография (**ОФЭКТ**)

2) позитронная эмиссионная томография (**ПЭТ**)

# ОФЭКТ

Наименее сложные варианты ОФЭКТ основаны на вращении вокруг тела пациента обычной гамма-камеры, которая фиксирует радиоактивность при различных углах, что позволяет после компьютерной реконструкции получать трехмерное его изображение. Этот метод приобретает огромное значение, при кардиологических, неврологических, психиатрических и нейрохирургических заболеваниях

# ПЭТ

Потенциальными возможностями по изучению функционального состояния органов располагает позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)

Суть метода заключается в высокоэффективном способе слежения за чрезвычайно малыми концентрациями ультракороткоживущих радионуклидов (УКЖР) и основан на использовании неустойчивости ядер, в которых количество протонов превышает количество нейтронов

- При переходе ядра в устойчивое состояние оно излучает позитрон, свободный пробег которого заканчивается столкновением с электроном и их аннигиляцией
- Позитроно-излучающие УКЖР принимают самое активное участие в большинстве биологических процессов человеческого организма
- Выбранный УКЖР может быть метаболическим субстратом или одной из жизненно важных в биологическом отношении молекул



Есть несколько элементов, участвующих в важных биохимических процессах и имеющих позитронно-эмитирующие изотопы (например  $^{11}\text{C}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{15}\text{O}$ ).

Основные недостатки радионуклидов для ПЭТ – это необходимость использования для их производства дорогих циклотронов с коротким периодом полураспада (периоды полураспада  $^{15}\text{O}$  и  $^{18}\text{F}$  составляют 2 мин и 110 мин, соответственно)

Применение УКЖР позволяет  
минимизировать время  
исследования и радиационную  
нагрузку на больного, хотя  
активность радионуклидов  
относительно велика, они  
практически полностью  
распадаются уже во время  
исследования

ПЭТ позволяет осуществлять количественную оценку концентрации радионуклидов и включает в себе колоссальные потенциальные возможности по изучению метаболических процессов на разных стадиях заболевания т.е. уже на стадии нарушения функции, до развития анатомо-структурных изменений органа

**Радионуклидная  
диагностика  
щитовидной  
железы**

## **Применяемые РФП:**

- Иодид натрия I 131
- Пертехнетат Tc 99m

## **Методики радионуклидного исследования:**

- радиометрическое исследование
- сканирование
- сцинтиграфия

# Неорганическая фаза этапа йодного обмена позволяет определить:

- 1 поступление в организм неорганических соединений йода
- 2 циркуляцию неорганических соединений йода в организме
- 3 поглощение и концентрацию неорганических соединений йода щитовидной железой
- 4 выделение почками и другими органами неорганических соединений йода

# Транспортно- органическая фаза йодного обмена позволяет определить:

- 1** *выведение тиреоидных гормонов  
в кровь*
- 2** *циркуляцию тиреоидных  
гормонов в организме с  
белками крови*
- 3** *подведение гормонов  
щитовидной железы к тканям*

# Клеточный этап йодного цикла позволяет определить:

- 1 использование гормонов щитовидной железы тканями, вплоть до их распада
- 2 превращение гормонов щитовидной железы в неорганический йод

**Йодопоглотительный тест проводится натощак после приема пациентом раствора йодида натрия  $I^{131}$  общей активностью 74 кБк**



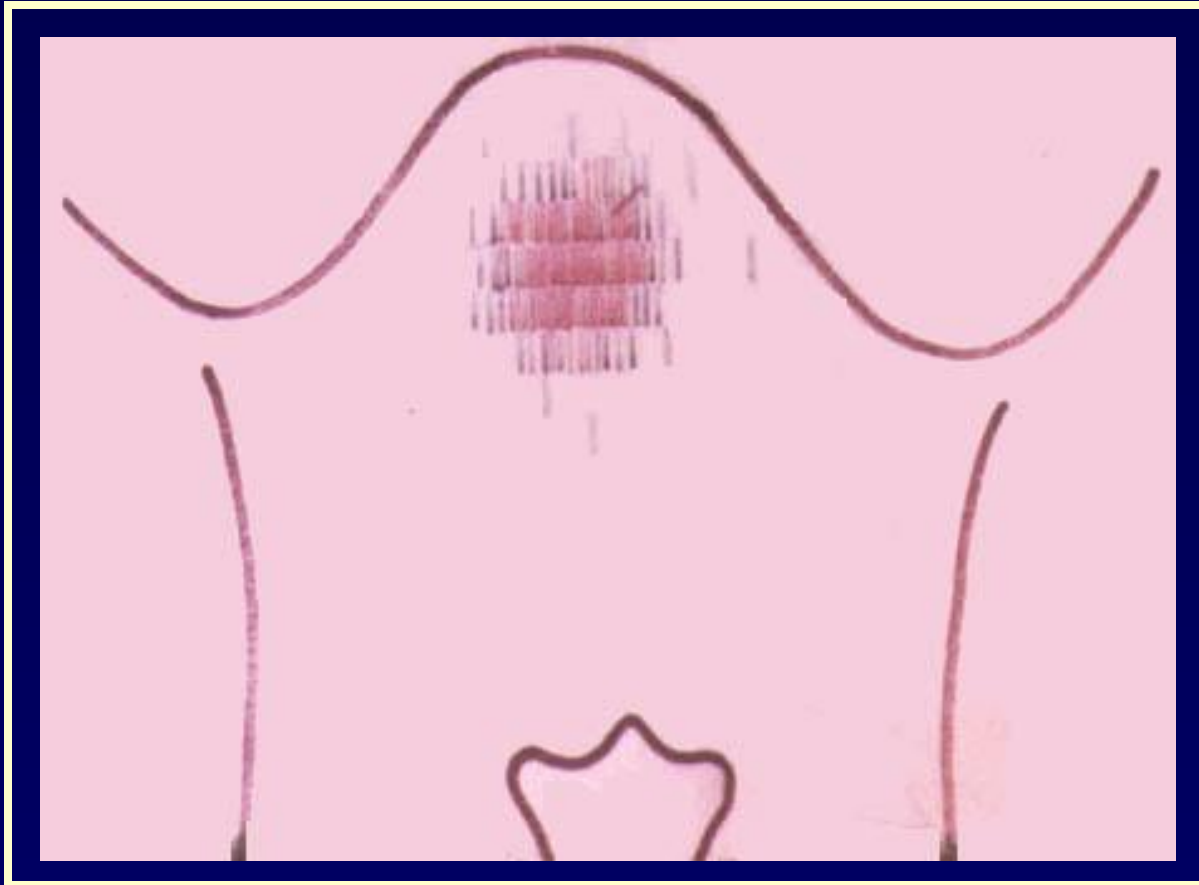
Через **2, 4 и 24 часа** после приема йода выполняется радиометрическое исследование щитовидной железы. Результаты фантома принимаются за 100% и относительно этой величины рассчитывают процент накопления йода в щитовидной железе исследуемого

**В норме** через **2 часа** в щитовидной железе накапливается 10 -15% йода, через **4 – 20 - 30%** и через **24 часа - 25 - 30%**. При снижении функции эти показатели ниже, а при повышенной увеличены

## Показаниями для сканирования и сцинтиграфии являются:

- 1 наличие узлов в щитовидной железе для определения их функциональной активности
- 2 поиск атипически расположенной железы
- 3 определение характера опухолевых образований, пальпируемых в области шеи, их связи со щитовидной железой
- 4 подозрение на наличие за грудиной щитовидной железы

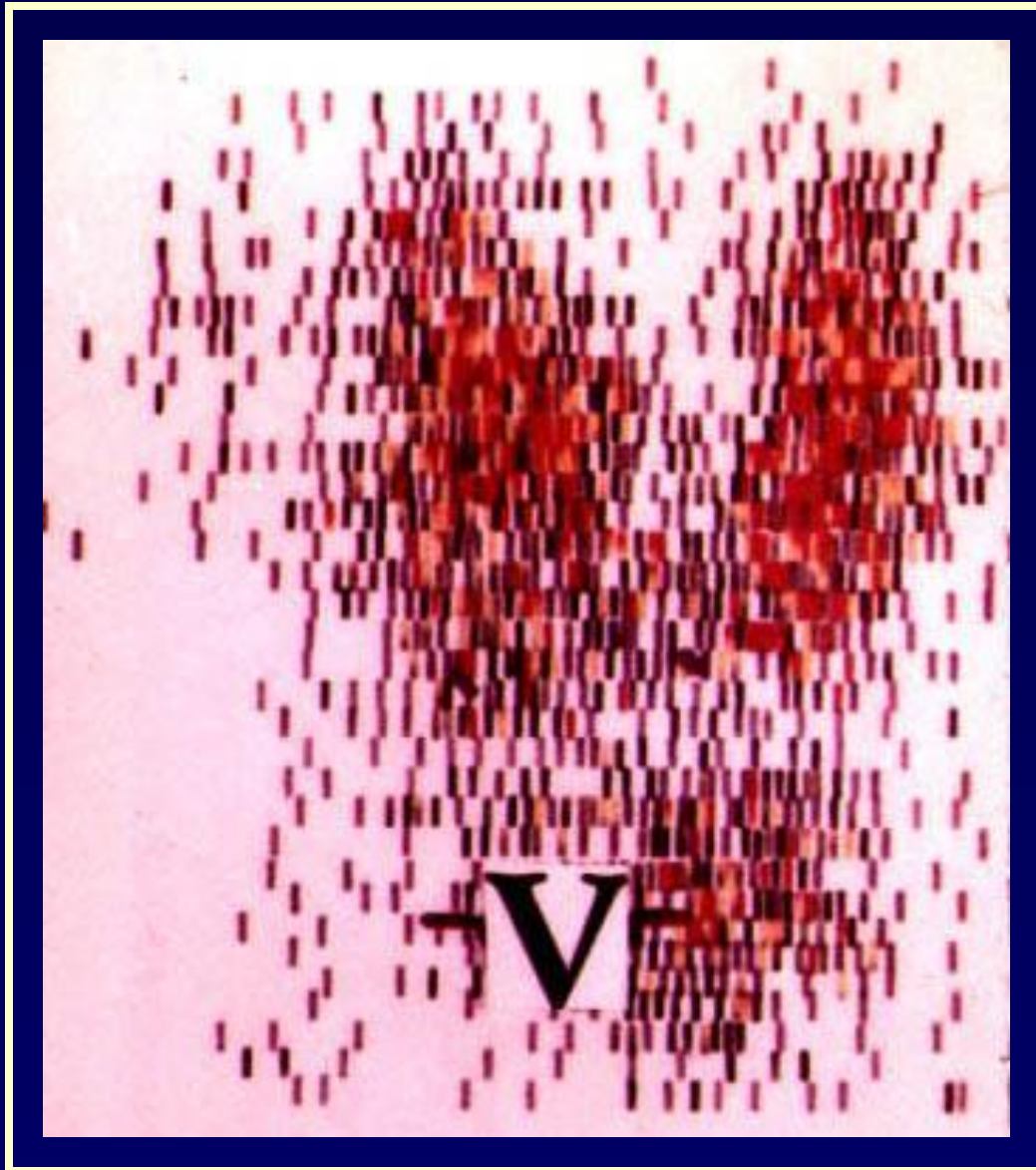
# Дисплазия и дистопия щитовидной железы в прямой проекции



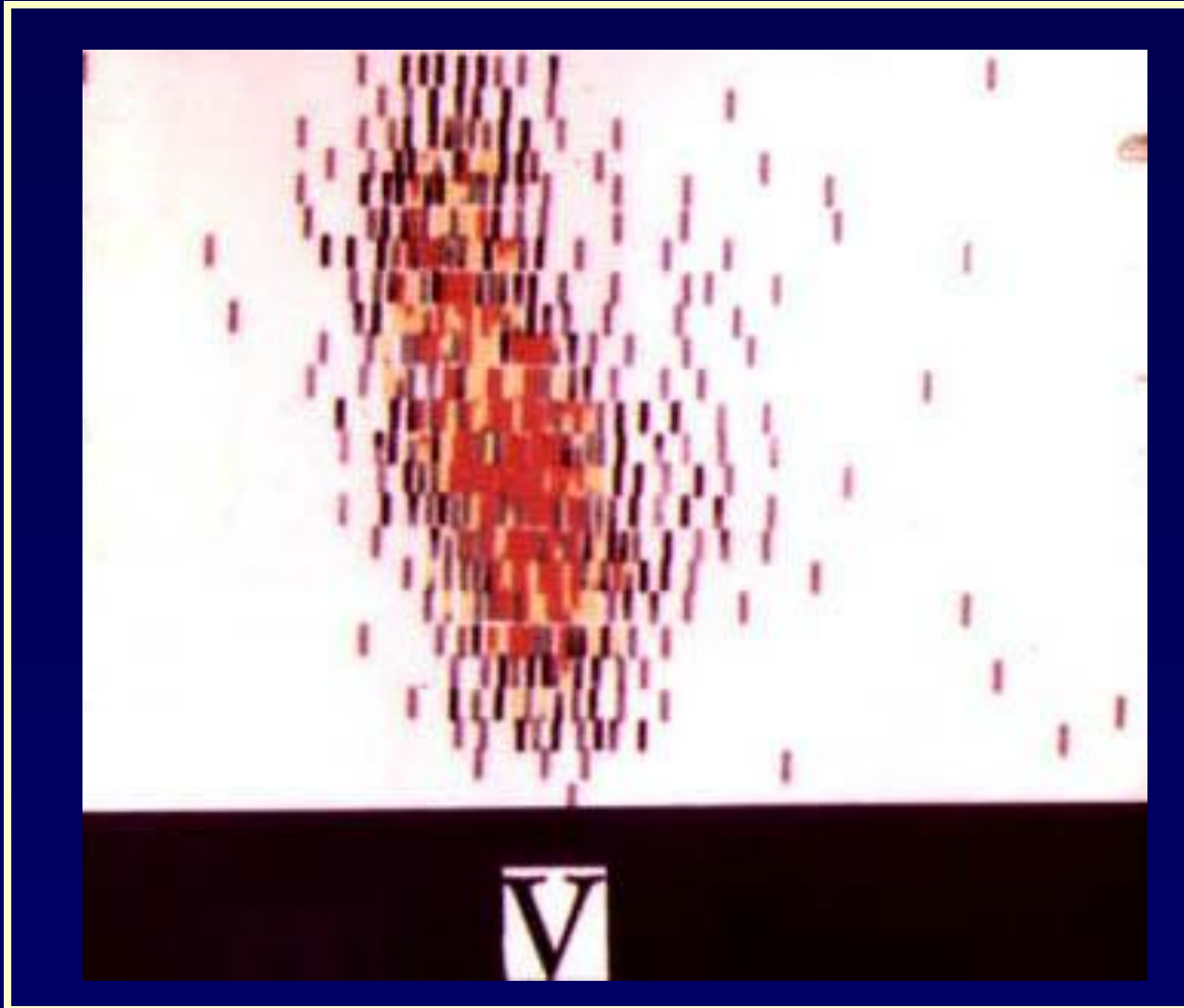


Аномалия развития  
щитовидной железы

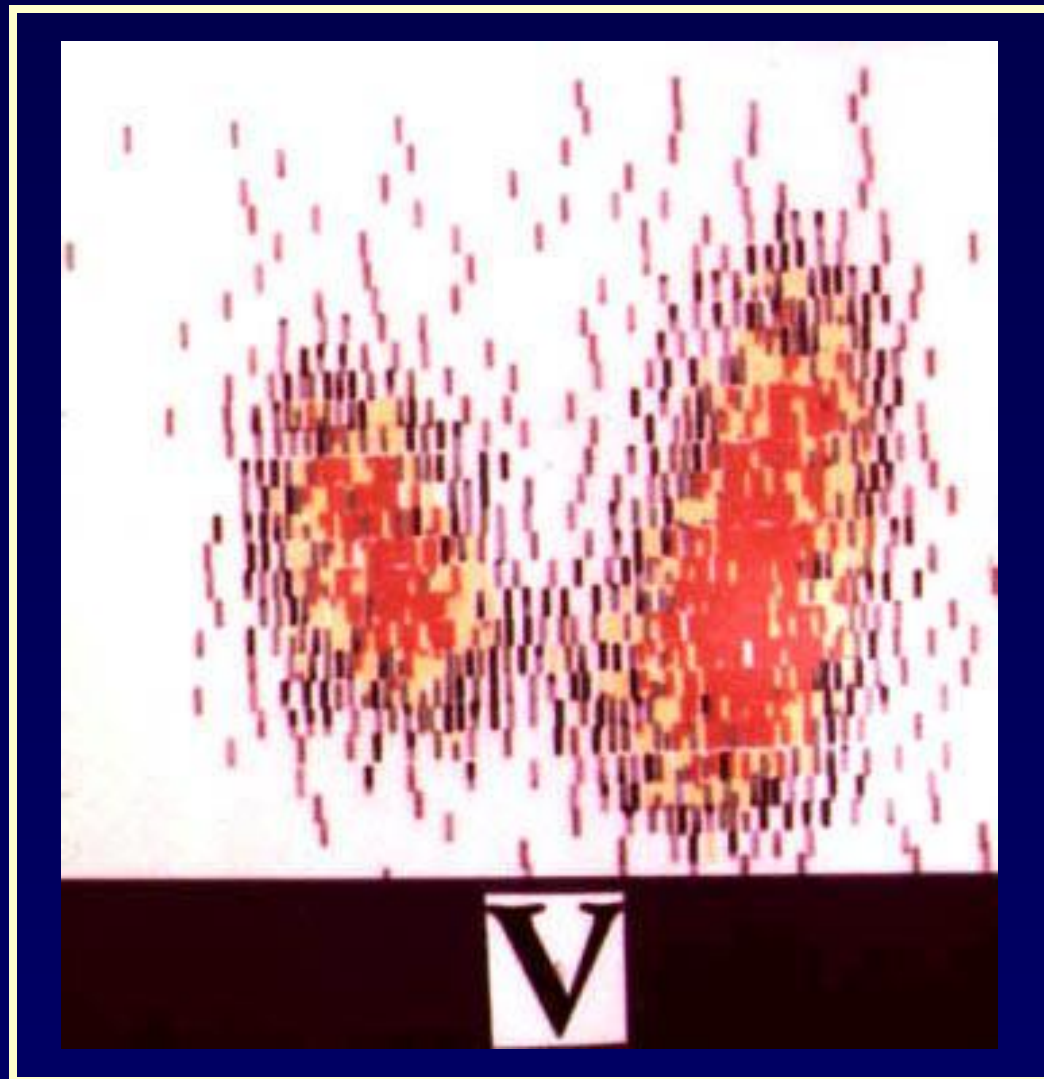
# Аберрантная ткань щитовидной железы



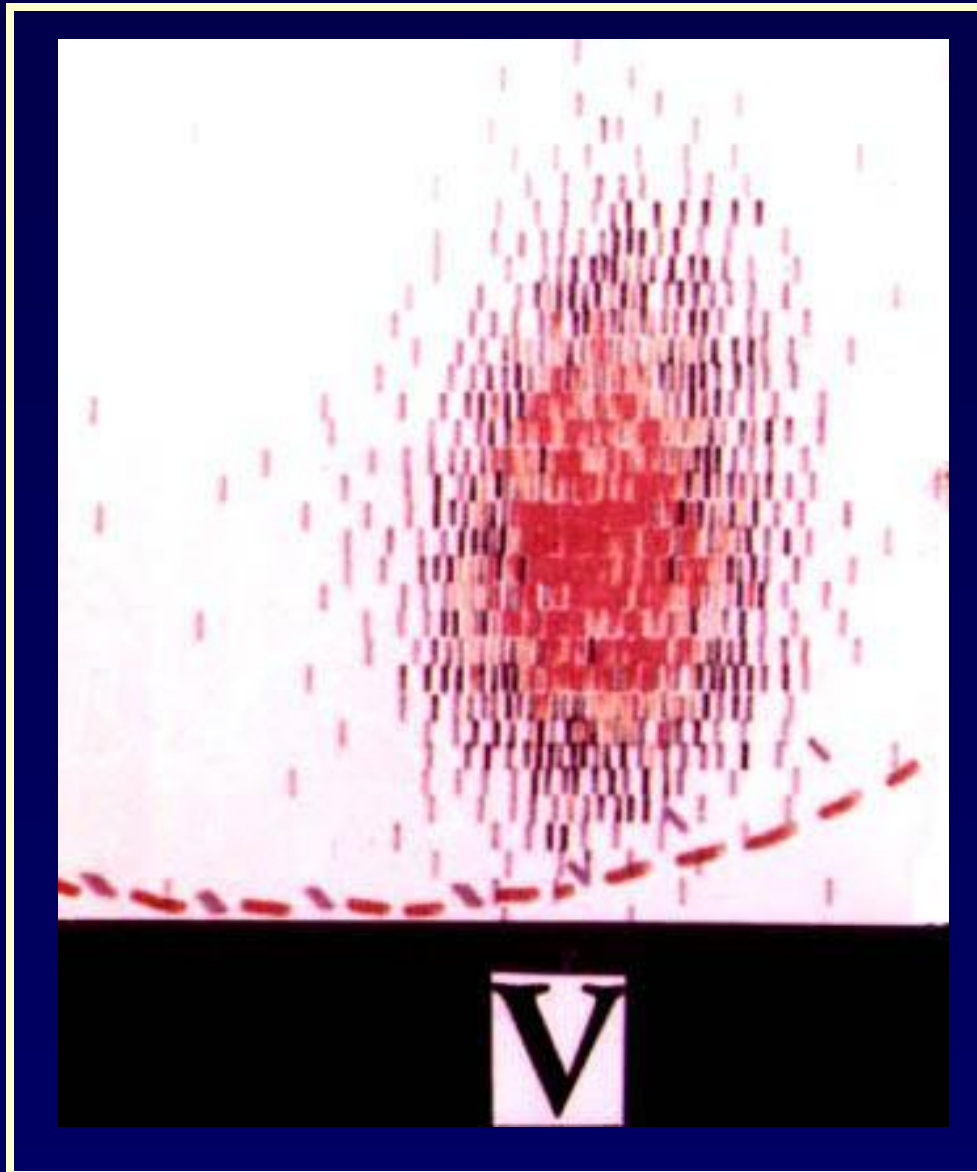
# Аплазия левой доли щитовидной железы



# Гипоплазия правой доли щитовидной железы

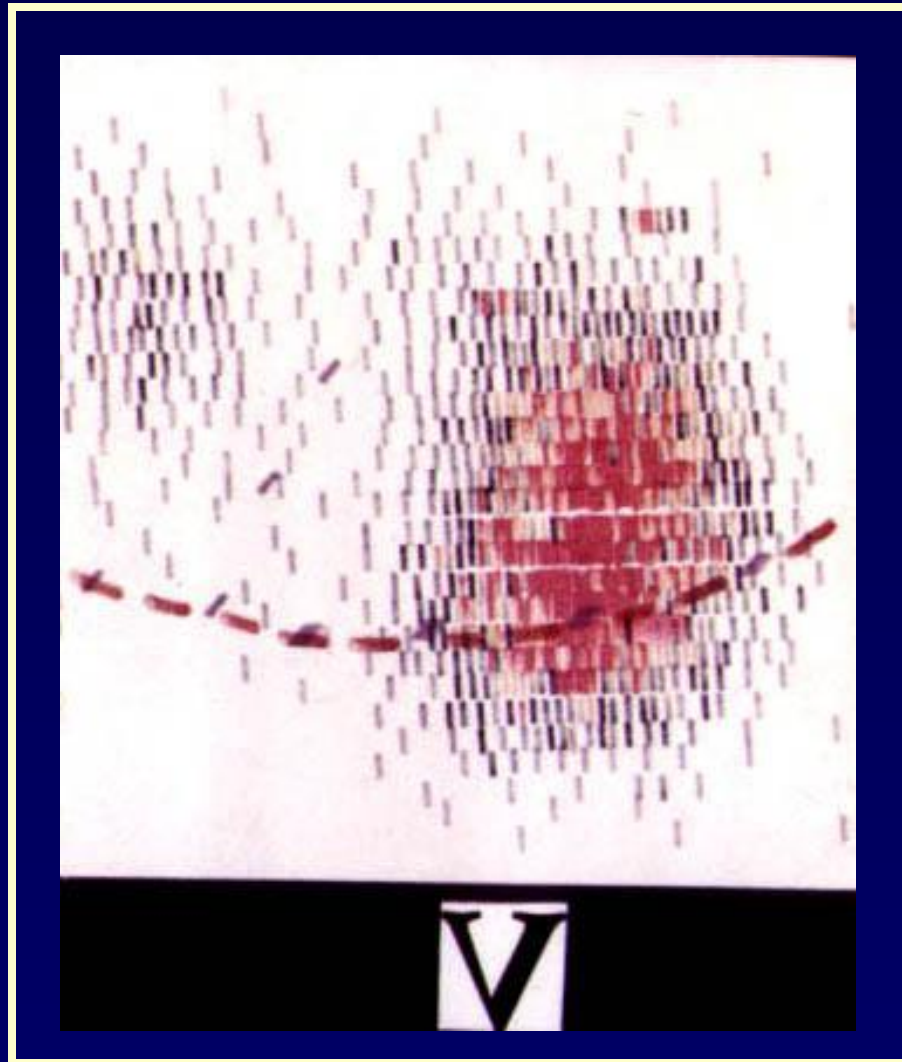


# Состояние после струмэктомии

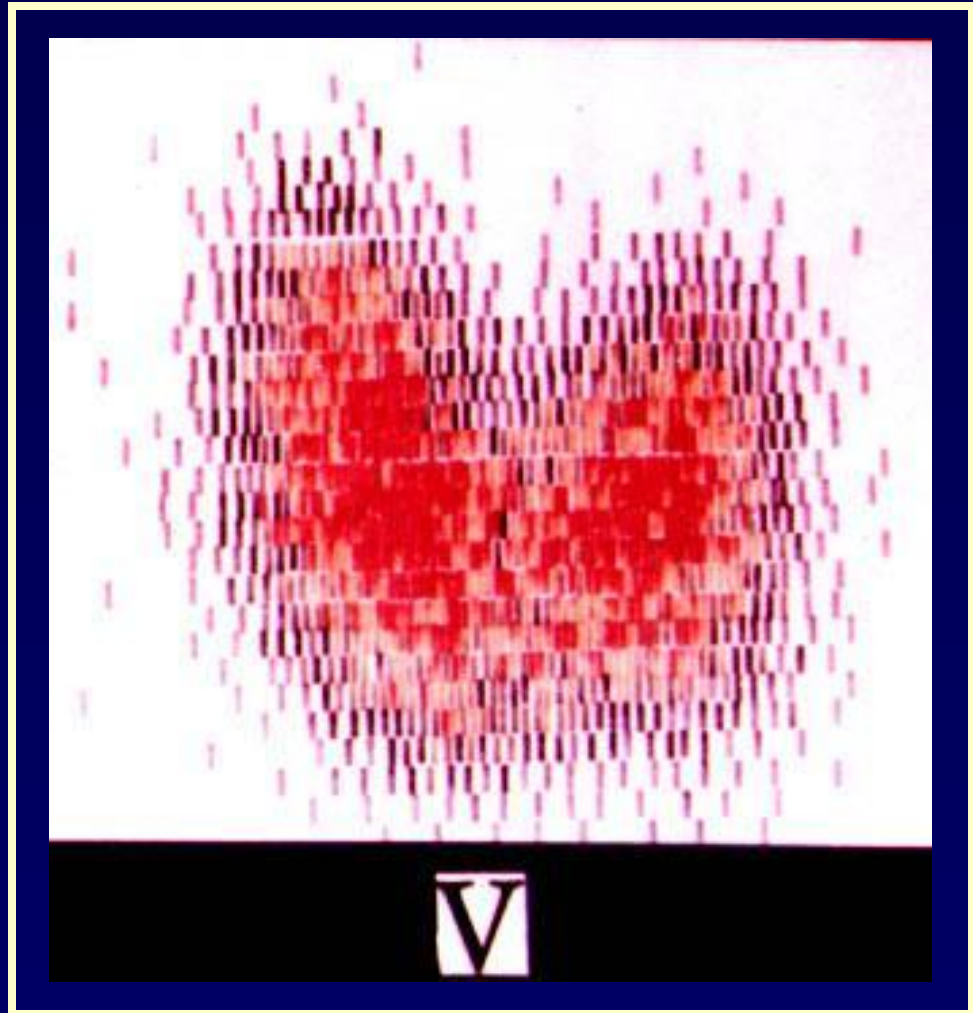


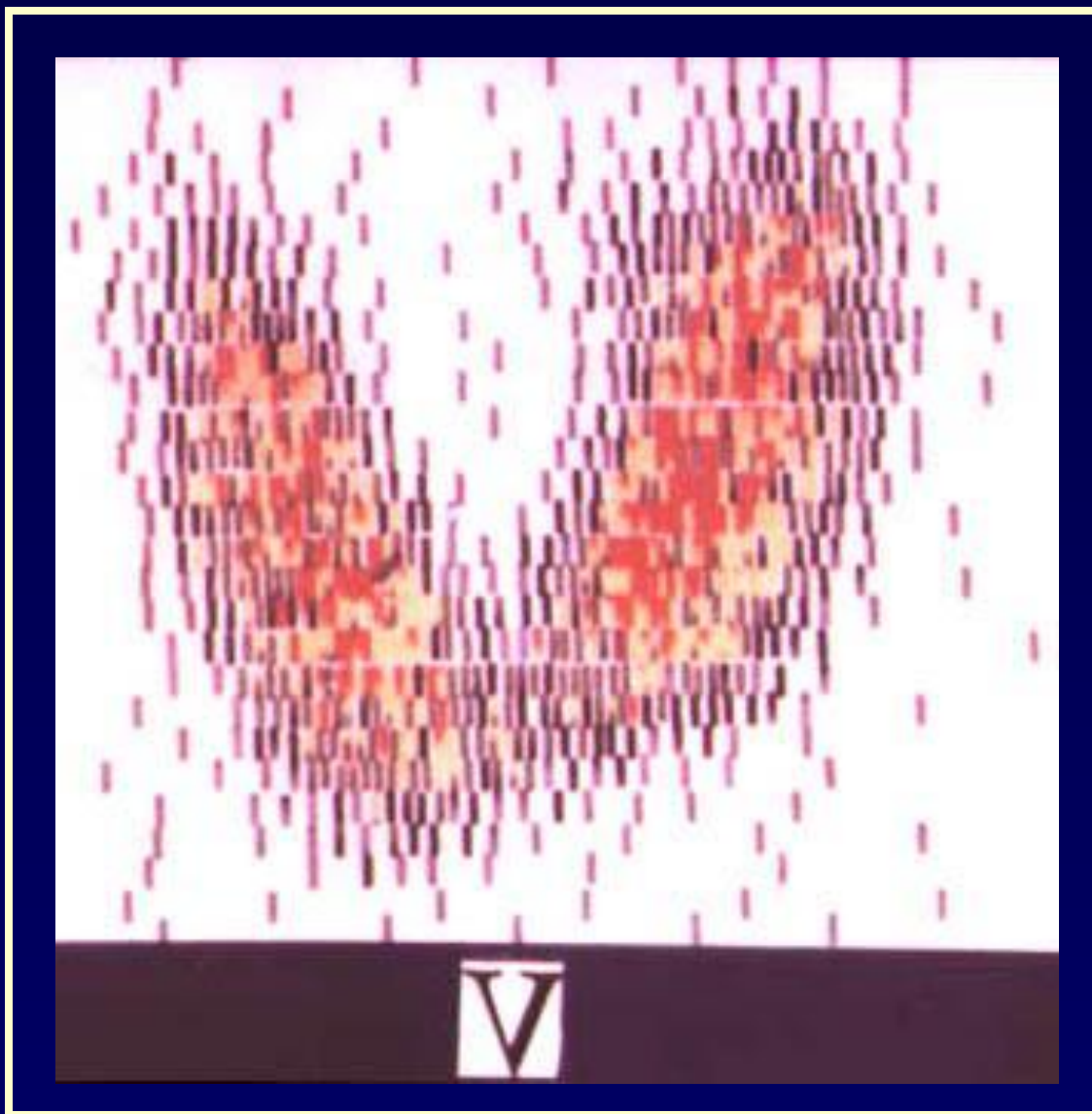


# Состояние после субтотальной резекции правой доли щитовидной железы



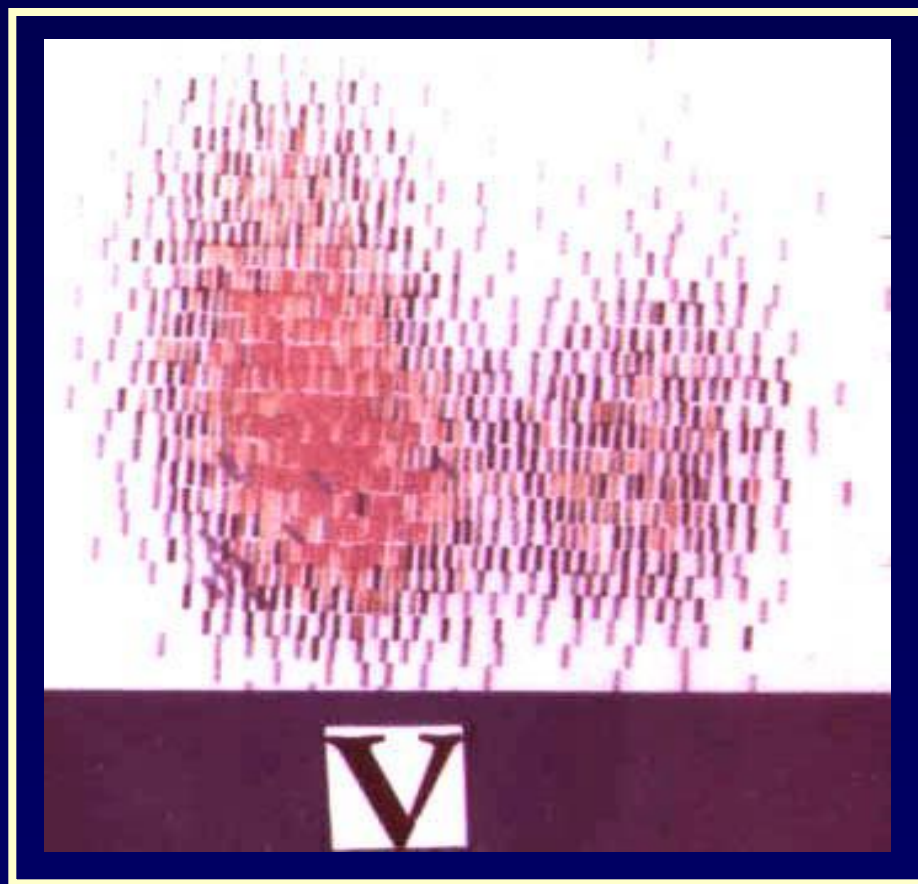
Диффузное увеличение щитовидной  
железы 2 ст. с равномерным распределе-  
нием РФП



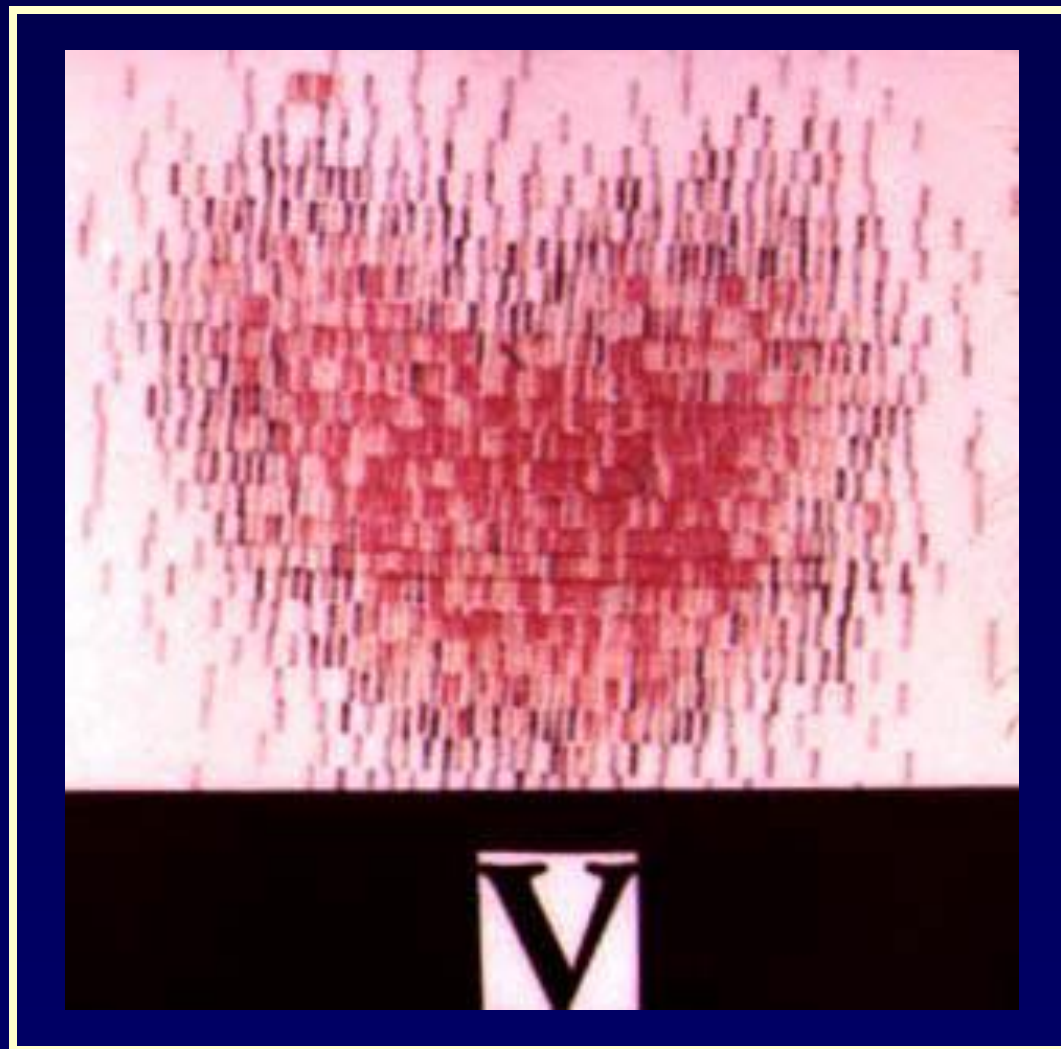


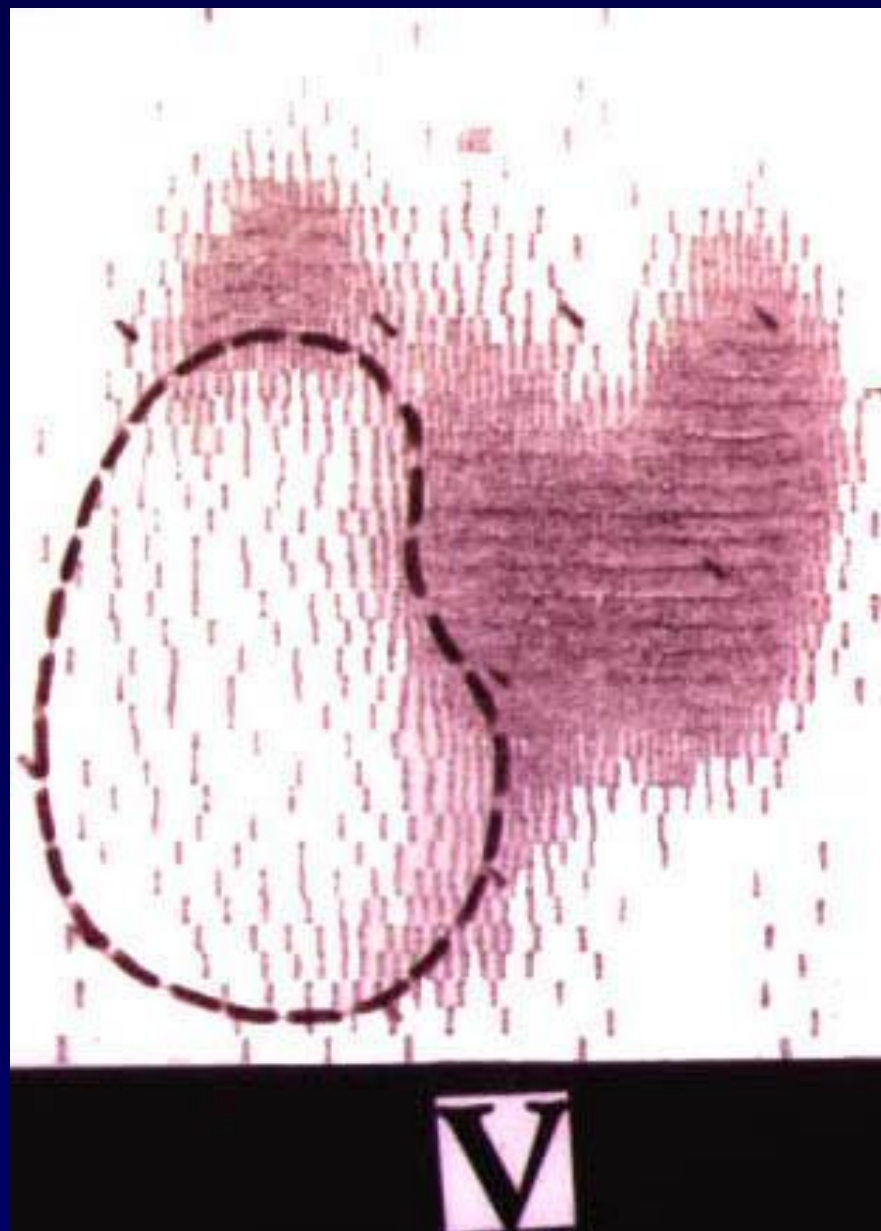
Диффузное  
увеличение  
щитовидной  
железы  
2 - 3 ст.  
с нерав-  
номерным  
распреде-  
лением РФП

Диффузное увеличение правой доли щитовидной железы 2 ст. с неравномерным распределением РФП в левой



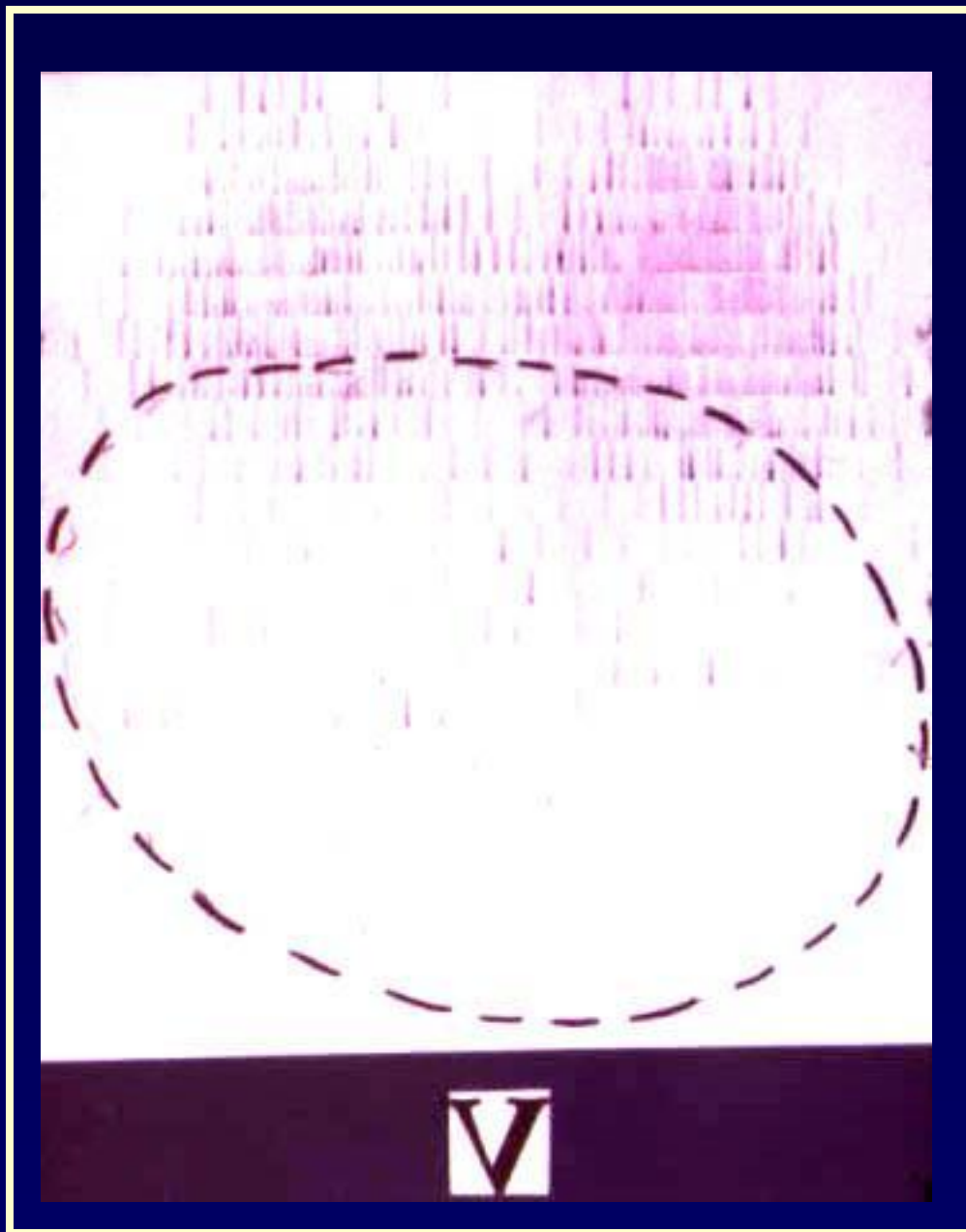
Диффузное увеличение перешейка 2 - 3  
ст. с неравномерным распределением  
РФП

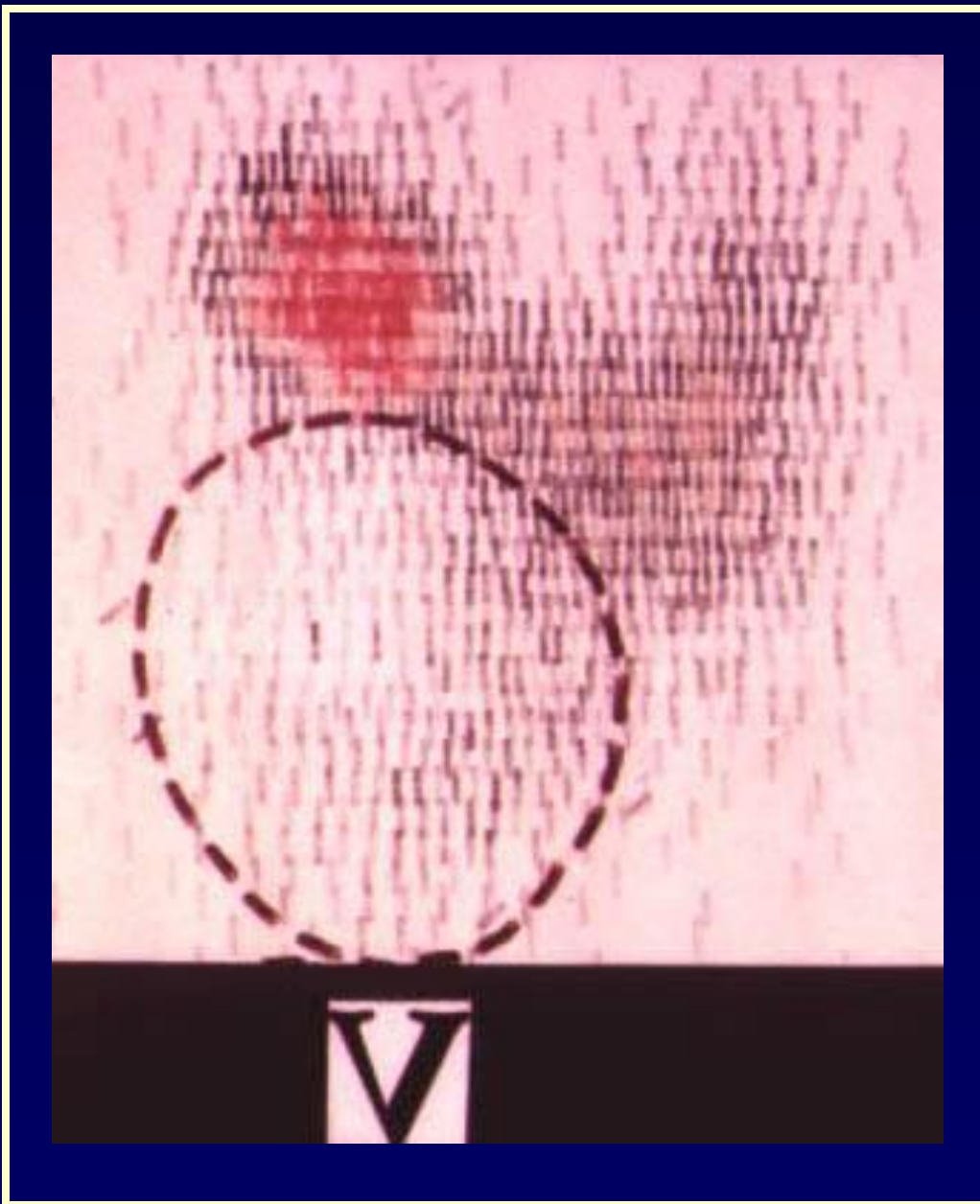




“Холодный”  
узел правой  
доли при  
аденоме

Диффузно-  
узловой  
зоб V ст.  
“Холодный”  
узел  
при раке  
щитовидной  
железы





Диффузно-  
узловой зоб

IV ст.

“ Холодный “  
узел правой

доли

щитовидной

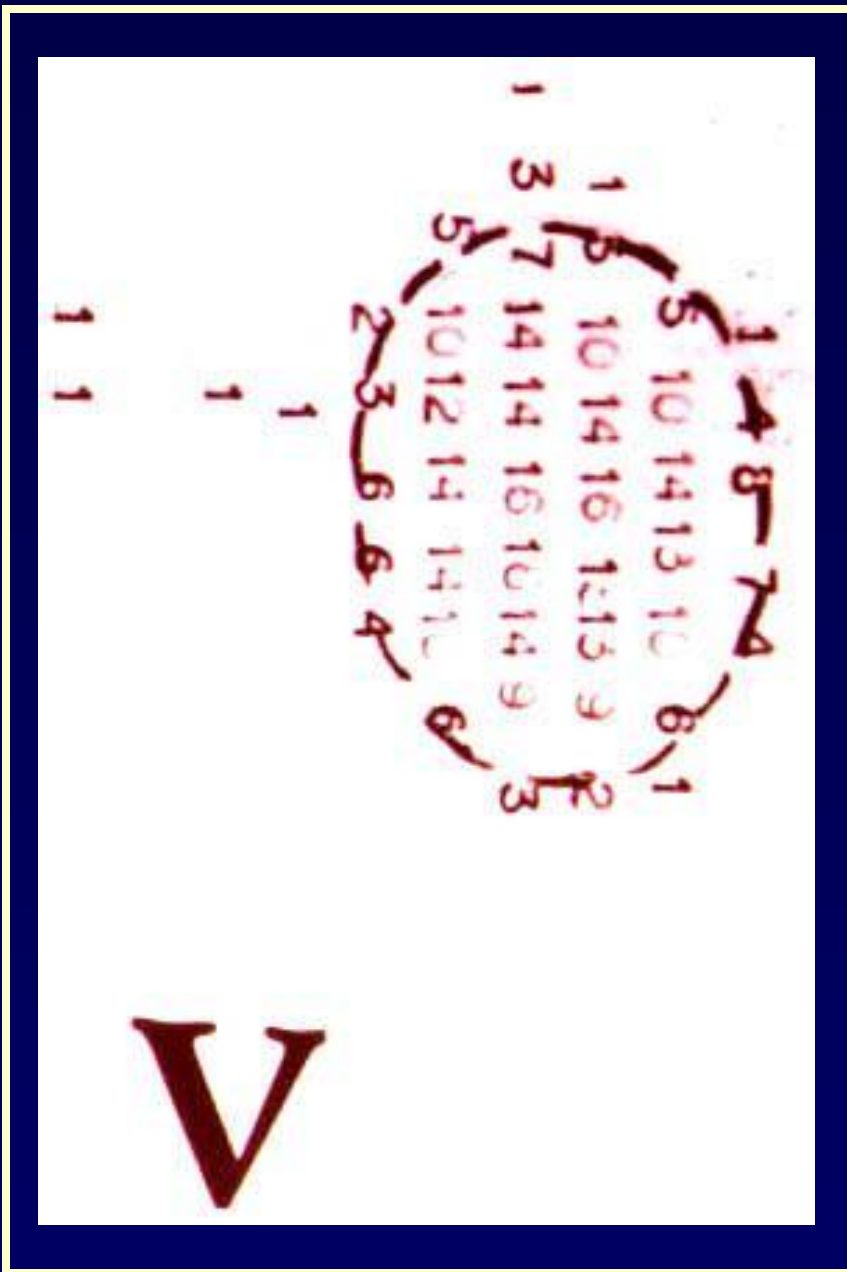
железы при

аденокарци-

номе



Сканограмма  
щитовидной  
железы при  
декомпенси-  
рованной  
аденоме до  
проведения  
теста  
стимуляции



Сканограмма  
щитовидной  
железы при  
декомпенси-  
рованной  
аденоме  
после  
проведения  
теста  
стимуляции

