

Министерство здравоохранения Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Гомельский государственный медицинский университет»

Кафедра лучевой диагностики с курсом ФПКиП

Авторы:

А.М. Юрковский, зав. кафедрой, д.м.н., доцент

Е.И. Письменникова, старший преподаватель

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

для проведения практического занятия  
по учебной дисциплине  
«Лучевая диагностика и лучевая терапия»

**для студентов**

4 курса медико-диагностического факультета, обучающихся по специальности  
1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело»

Тема: «**Принципы и методы лучевой диагностики (введение в лучевую  
диагностику)**»

Время: 6 часов

Утверждены на заседании кафедры лучевой диагностики с курсом ФПКиП  
(протокол от 22.01.2024 №1)

2024

## **УЧЕБНАЯ И ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ, МОТИВАЦИЯ ДЛЯ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ**

### **Учебная цель:**

- формирование у студентов профессиональных компетенций, необходимых для решения диагностических задач путем применения методов лучевой диагностики при различных заболеваниях органов и систем;
- формирование у студентов знаний о принципах органно-комплексного применения методов лучевой диагностики при;
- уметь проводить базовую сердечно-легочную реанимацию и иные реанимационные мероприятия в случае возникновения осложнений при применении контрастных веществ

### **Воспитательная цель:**

- развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны;
- научить соблюдать учебную и трудовую дисциплину, этические и деонтологические нормы и правила в диагностическом процессе;
- уметь применять основные модели взаимодействия врача и пациента;

### **Задачи практического занятия:**

1. Изучить организацию работы отделений (кабинетов) лучевой диагностики (рентгеновских, МСКТ, МРТ, ультразвуковой и радионуклидной диагностики);
2. Изучить принципы противолучевой защиты и меры охраны труда при диагностическом использовании излучений;
3. Изучить структурную схему и основные элементы рентгеновского аппарата, компьютерного томографа, магнитно-резонансного томографа; ультразвукового аппарата, гамма-камеры);
4. Изучить способы регистрации диагностических изображений (рентгенограмм, МСК-томограмм, МР-томограмм, сцинтиграмм);
5. Научиться анализировать рентгенограммы (определять метод и объект исследования, субстраты теней и просветлений);
6. Научиться анализировать компьютерные томограммы: определять объект исследования, субстраты с различной денсивностью;
7. Научиться анализировать магнитно-резонансные томограммы: определять объект исследования, субстраты с различной интенсивностью МР-сигнала;

8. Научиться анализировать сонограммы: определять метод и объект исследования, акустическую структуру объекта исследования;
9. Научиться анализировать сцинтиграммы: определять объект исследования и характер распределения в нем радиофармацевтического препарата;
10. Изучить пути и способы искусственного контрастирования различных органов при лучевых исследованиях (рентгеноконтрастные средства, контрастные средства для сонографии и магнитно-резонансной томографии);
11. Получить представление о возможностях интервенционной радиологии: рентген-эндоваскулярных вмешательствах; лечебных рентгенохирургических вмешательствах на органах грудной и брюшной полостей и забрюшинного пространства (дилатация стенозированных сегментов, удаление камней, дренирование абсцессов, биллиарная декомпрессия и т.д.); пункции органов и патологических образований под контролем компьютерной томографии и УЗИ.

**В результате проведения учебного занятия студент должен знать:**

- принципы органно-комплексного применения методов лучевой диагностики;
- реакции и осложнения при применении контрастных веществ, а также меры по предотвращению и лечению местных/системных реакций и осложнений.

**уметь:**

- определять показания и противопоказания к лучевому исследованию при заболеваниях различных органов и систем;
- подготавливать пациента к лучевому исследованию при;
- интерпретировать результаты лучевого исследования при заболеваниях различных органов и систем;
- оказать первую помощь при острых побочных реакциях на введение контрастных веществ

**владеть:**

- навыками выбора метода визуализации при;
- навыками подготовки пациентов к лучевым;
- навыками интерпретации результатов лучевого исследования и, при необходимости, построения схемы дообследования при различных заболеваниях органов и систем;
- навыками оказания первой помощи при возникновении острых побочных реакций на введение контрастных веществ.

**Мотивация для усвоения темы:** рейтинговая система оценки знаний

## **МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ**

Комплекты рентгенограмм, электронные средства демонстрации иллюстративного материала (интерактивная доска, телевизор, проектор), ультразвуковые сканеры.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗ СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН**

«Медицинская и биологическая физика»:

- тормозное и характеристическое рентгеновское излучение,
- свойства рентгеновского излучения и его использование в медицине.

### **Контрольные вопросы:**

1. Методы визуализации
  - 1) Рентгенологический метод исследования. Принцип получения изображений.
  - 2) Рентгеновская компьютерная томография. Принцип получения изображений.
  - 3) Магнитно-резонансная томография. Принцип получения изображения. Противопоказания к использованию метода.
  - 4) Ультразвуковая диагностика. Принципы получения изображения. Виды ультразвуковых исследований.
  - 5) Радионуклидная диагностика. Принцип получения изображения.

## **ХОД ЗАНЯТИЯ**

### **ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Лучевая диагностика [Электронный ресурс]: учебник / [Г. Е. Труфанов и др.] ; под ред. Г. Е. Труфанова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 484 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970462102.html>. – Дата доступа: 02.06.2023.

#### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

2. Атлас лучевой диагностики (травматология и ортопедия): пособие для студентов учреждений высш. образования, обучающихся по специальностям 1-79 01 01 "Лечеб. дело", 1-79 01 02 "Педиатрия", 1-79 01 04 "Медико-диагност.

дело" / [В. В. Лашковский, И. П. Богданович, В. С. Аносов и др.] ; под ред. В. В. Лашковского. – 3-е изд. – Гродно : ГрГМУ, 2022. – 315 с : ил., цв. ил., табл. – Рек. УМО по высш. мед., фармацевт. образованию.

3. Илясова, Е. Б. Лучевая диагностика: учеб. пособие / Е. Б. Илясова, М. Л. Чехонацкая, В. Н. Приезжева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 432 с. – Режим доступа: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970458778.html>. – Дата доступа: 02.06.2023

4. Лучевая диагностика и лучевая терапия : учеб. пособие / А.И. Алешкевич [и др.]. – Минск : Новое знание, 2017. – 381 с. – Допущено М-вом образования Респ. Беларусь.

5. Терновой, С. К. Ультразвуковая диагностика [Электронный ресурс] / С. К. Терновой, Н. Ю. Маркина, М. В. Кислякова ; под ред. С. К. Тернового. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 240 с. – Режим доступа: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970456194.html>. – Дата доступа: 02.06.2023.

6. Трутень, В. П. Рентгенология: учеб. пособие / В. П. Трутень. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 336 с. – Режим доступа: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970460986.html>. – Дата доступа: 02.06.2023

## ЭЛЕКТРОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ

7. Консультант студента. Электронная библиотека медицинского вуза. Расширенный пакет = Student consultant. Electronic library of medical high school. Extended package [Электронный ресурс] / Издательская группа «ГЭОТАР–Медиа», ООО «ИПУЗ». – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru>. – Дата доступа: 03.04.2023. (Включает: «Электронную библиотеку медицинского ВУЗа»; ГЭОТАР–Медиа. Премиум комплект; Книги из комплекта «Консультант врача»).

## УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

### Методы визуализации

**Медицинская радиология** — область медицины, разрабатывающая теорию и практику применения излучения в медицинских целях.

Основные медицинские дисциплины медицинской радиологии:

– лучевая диагностика (диагностическая радиология)

- лучевая терапия (радиационная терапия).

**Лучевая диагностика** — наука о применении излучений для исследования строения и функций нормальных и патологически измененных органов и систем человека с целью профилактики и распознавания заболеваний.

**Методы лучевой диагностики:**

- рентгенодиагностика (в том числе и компьютерная томография),
- радионуклидная диагностика,
- ультразвуковая диагностика
- магнитно-резонансная томография,
- магнитно-резонансная спектроскопия,
- термография,
- интервенционная радиология — выполнение лечебных вмешательств под контролем методов медицинской визуализации (например, рентгеновских и ультразвуковых).

**Лучевая терапия** — это наука о применении ионизирующих излучений для лечения болезней.

**Рентгенодиагностика** — распознавание повреждений и заболеваний различных органов и систем человека с помощью рентгеновских лучей.

**Рентгеновские лучи** — электромагнитные волны, энергия фотонов которых лежит на энергетической шкале между ультрафиолетовым излучением и гамма-излучением (т.е. в диапазоне  $10^{-14}$  –  $10^{-8}$  м).

**Рентгеновские лучи возникают:**

- при торможении быстрых электронов в электрическом поле атомов вещества (тормозное излучение);
- при высоко энергетических переходах в электронных оболочках атомов или молекул: на пустые места в оболочках перемещаются другие электроны атома, испуская при этом излучение с характерным для материала анода спектром энергий (характеристическое излучение).

**Свойства рентгеновских лучей:**

- обладают высокой проникающей способностью (обратно пропорциональна удельному весу сред, через которые проходят лучи);
- распространяются прямолинейно (поэтому рентгеновское изображение повторяет форму исследуемого объекта);
- им свойственна поляризация (распространение в определенной плоскости);
- им свойственна дифракция и интерференция (на этих свойствах основаны рентгеноспектроскопия и рентгеновский структурный анализ);
- вызывают флюоресценцию (свечение) некоторых веществ (люминофоров);

- оказывают фотохимическое действие (попадая на фотографическую эмульсию, они воздействуют на галогениды серебра, вызывая химическую реакцию восстановления серебра);
- вызывают ионизацию вещества;
- способны поглощаться и рассеиваться (при низкоэнергетическом излучении преобладает поглощение, при высокоэнергетическом излучении — рассеивание).

## **1. Рентгенологический метод исследования. Принцип получения изображений.**

### **Методы рентгенологического исследования**

- основные
- специальные,
- частные.

### **Основные методы:**

- рентгенография,
- рентгенотелевизионное просвечивание,
- электрорентгенография,
- компьютерная рентгеновская томография.

Результаты рентгенологических исследований фиксируются при помощи различных воспринимающих устройств.

### **Воспринимающие устройства:**

- рентгенографическая пленка (в сочетании с усиливающим экраном\*),
- селеновая пластина,
- флюоресцентный экран,
- специальные детекторы (при цифровых способах получения изображения).

\*Принцип работы: рентгеновские лучи, пройдя через пленку, попадают на экран, содержащий люминофор (вольфрамо-кислый кальций, бромид окиси лантана, сульфит окиси гадолиния), вызывают его свечение, что в свою очередь, вызывает дополнительную засветку пленки.

**Рентгенотелевизионное просвечивание** — метод многоосевого полипозиционного исследования, позволяющий оценивать анатомо-морфологические и функциональные особенности объекта по позитивному изображению на экране.

### **Предназначение метода:**

- в пульмонологии (для уточнения рентгеноморфологических особенностей патологического субстрата, для визуального контроля за катетером при ангиопульмонографии);

- в гастроэнтерологии (при рентгеноконтрастном исследовании различных отделов желудочно-кишечного тракта, при ретроградной эндоскопической или операционной холангиографии);
- в кардиологии (при ангиокардиографии, коронарографии как средство контроля за катетером).

**Рентгенография** — метод исследования анатомо-морфологических особенностей по негативному проекционному (суммационному) изображению исследуемого объекта на светочувствительном материале (например, рентгеновской пленке).

**Предназначение метода:**

- исследование органов дыхания;
- исследование сердечно-сосудистой системы;
- исследование органов брюшной полости;
- исследование забрюшинного пространства;
- исследование костно-суставного аппарата и др.

**Преимущества:**

- высокое пространственное разрешение;
- доступность.

**Недостатки:**

- отсутствует возможность оценки движения объектов в процессе исследования;
- суммационная природа изображений;
- низкий контраст между мягкими тканями (можно различить только ткани, имеющие разницу в плотности превышающую 10-20%);
- наличие лучевой нагрузки.

**Электрорентгенография** — метод рентгенографии, основанный на сухом (физическом) способе фотографирования (приемником рентгеновского излучения служит не рентгеновская фотопленка, а тонкий слой селена, нанесенный на алюминиевую или латунную пластинку).

При попадании рентгеновских лучей на селеновую пластину в ней меняется электрический потенциал — формируется скрытое электростатического изображение, которое после нанесения на поверхность пластины порошка графита становится явным (отрицательно заряженные частицы порошка притягиваются к участкам, в которых сохранились положительные заряды и не удерживаются на тех участках, которые потеряли заряд под действием рентгеновского излучения). Полученное таким образом изображение в дальнейшем переносится на бумагу.



**Предназначение метода:**

- исследование костей и суставов в травмопунктах.

**Преимущества:**

- высокая контрастность и резкость;
- быстрота (изображение с пластины переносится на бумажный носитель в течении 2-3 минут);
- экономичность (на одной пластине можно произвести  $\geq 1000$  снимков).

**Недостатки:**

- недостаточно высокая разрешающая способность при исследовании внутренних органов;
- более высокая, чем при рентгенографии лучевая нагрузка
- сравнительно быстрое снижение электростатического потенциала селеновых пластин (время между зарядкой пластины и ее экспонированием не должно превышать 15 минут, если больше — то качество изображения существенно ухудшается).

**2. Рентгеновская компьютерная томография. Принцип получения изображений.**

**Рентгеновская компьютерная томография (РКТ)** — метод послойного исследования внутренней структуры объекта по степени ослабления рентгеновского излучения при прохождении через анатомические структуры разной плотности и состава с последующим формированием на основе этих данных цифрового изображения.

**Принцип метода:** проводится количественная оценка плотности структур по шкале Хаунсфилда (диапазон от -1024 до +3071), определенным единицам (HU) которой соответствуют определенные коэффициенты ослабления рентгеновского излучения в анатомических структурах (например, воздух соответствует примерно -1000 HU; жир — -120 HU; вода — 0 HU; мягкие ткани — +40 HU; кости  $\geq +400$  HU и т.п.).

Учитывая то, что существующие мониторы не в состоянии из-за значительной ширины шкалы полностью её отразить в черно-белом спектре, приходится применять программный перерасчет серого градиента в более узких диапазонах (например, в «легочном окне», «мягкотканом окне»). Правда при этом теряется информация о структурах, имеющих плотность, выходящую за пределы диапазона, однако структуры, имеющие близкую плотность, наоборот дифференцируются лучше.

**Преимущества:**

- нет суперпозиции структур, расположенных на разной глубине (в пределах выделенного слоя);
- возможность получения изображений в аксиальной плоскости (КТ позволяют получить срезы толщиной от 2 до 8 мм).
- хороший тканевой контраст (позволяет дифференцировать ткани, имеющие разницу в плотности  $\geq 0,5\%$ );
- возможность получения топограммы — продольного изображения исследуемой области наподобие рентгеновского снимка (путем смещения больного вдоль неподвижной трубки);
- возможность получения 3D-изображений.

#### **Ограничения:**

- по пространственному разрешению уступает рентгенографии;
- невозможно сканирование в масштабе реального времени;
- ориентация выделяемых слоев (за некоторыми исключениями) ограничена аксиальной проекцией;
- наличие артефактов от образований высокой плотности, газов, движений;
- высокая лучевая нагрузка

#### **Специальные методы рентгенологического исследования**

**Контрастное усиление** — способ улучшения дифференцировки органов друг от друга, а также нормальных и патологических структур, путем применения контрастных веществ.

**Контрастные вещества** — препараты, имеющие плотность, отличную от плотности окружающей их среды и применяемые для контрастного усиления при радиологических исследованиях.

**Цель применения контрастных веществ** — визуализация сосудистого русла, внутреннего рельефа органов пищеварительной и выделительной систем, характера накопления и выведения контрастного препарата паренхиматозными органами и т.д.

#### **Рентгеноконтрастные средства подразделяются:**

- на вещества с высоким атомным весом (рентгено-позитивные)
- на вещества с низким атомным весом (рентгено-негативные).

#### **Пути введения контрастных средств:**

- перорально;
- внутривенно:
  - *«ручное» контрастирование* (контраст вводится вручную, процедурной медсестрой, время, скорость введения не регулируются, исследование начинается после введения контрастного вещества);

- *болюсное контрастирование* (контрастный препарат вводится внутривенно шприцем-инжектором с установленными скоростью и временем подачи вещества. Цель — разграничение фаз контрастирования: в среднем при скорости введения препарата 4–5 мл/сек. Сканирование начинается примерно через 20–30 секунд после начала введения инжектором контраста — артериальная фаза, через 40–60 секунд — портально-венозная фаза, 180 секунд после начала введения — отсроченная фаза или иначе — фаза выведения).

### **Побочное действие рентгеноконтрастных средств**

*По характеру и степени тяжести делятся на 3 группы:*

1. Осложнения, связанные с проявлением токсического действия на различные органы с функциональными и морфологическими поражениями.
2. Нервно-сосудистая реакция, сопровождающаяся субъективными ощущениями (тошнота, ощущение жара, общая слабость) и объективными симптомами (рвота, понижение артериального давления).
3. Индивидуальная непереносимость:
  - с симптомами со стороны центральной нервной системы (головные боли, головокружение, возбуждение, беспокойство, чувство страха, возникновение судорожных припадков, отек головного мозга);
  - с симптомами со стороны кожи (крапивница, экзема, зуд и др.)
  - с симптомами нарушения деятельности сердечнососудистой системы (бледность кожных покровов, неприятные ощущения в области сердца, падение артериального давления, пароксизмальная тахи- или брадикардия, коллапс);
  - с симптомами нарушения дыхания (тахипноэ, диспноэ, приступ бронхиальной астмы, отек гортани, отек легких).

### **Первая помощь:**

- при легких осложнениях достаточно прекратить инъекцию (все проявления, как правило, «уходят» без терапии).
- при тяжелых осложнениях необходимо вызвать реанимационную бригаду, до прибытия которой необходимо:
  - ввести 0,5 мл адреналина,
  - ввести внутривенно 30 - 60 мг преднизолона или гидрокортизона,
  - ввести 1-2 мл раствора антигистаминного препарата и/или 10% хлористый кальций.
  - провести при отеке гортани интубацию трахеи (при невозможности — трахеостомию),

- при остановке сердца — искусственное дыхание и непрямой массаж сердца.

### **Профилактика**

- накануне рентгеноконтрастного исследования — премедикация антигистаминными и глюкокортикоидными препаратами,
- тест на повышенную чувствительность (отбор кандидатов на премедикацию):
  - определение высвобождения гистамина из базофилов периферической крови при смешивании ее с РКС,
  - определение содержания общего компонента в сыворотке крови больных, назначенных для проведения рентгеноконтрастного обследования,
  - определения уровней сывороточных иммуноглобулинов.

### **Редкие осложнения:**

- «водное» отравление при ирригоскопии у детей с мегаколон (большое количество воды быстро всасывается через стенки кишки в кровеносное русло и наступает белково-электролитный дисбаланс);
- газовая (либо жировая) эмболия сосудов.

**Признаки «водного отравления»:** тахикардия, цианоз, рвота, нарушение дыхания с остановкой сердца.

**Первая помощь** — внутривенное введение цельной крови или плазмы.

**Профилактика** — использование взвеси бария в изотоническом растворе соли.

**Признаки эмболии сосудов:** появление ощущения стеснения в груди, одышка, цианоз, урежение пульса и падение артериального давления, судороги, прекращение дыхания.

### **Первая помощь:**

- немедленно прекратить введение,
- уложить больного в положение Тренделенбурга,
- приступить к искусственному дыханию и непрямому массажу сердца,
- ввести внутривенно 0,1% - 0,5 мл раствора адреналина,
- вызвать реанимационную бригаду для возможной интубации трахеи, осуществления аппаратного искусственного дыхания и проведения дальнейших лечебных мероприятий.

## **3. Магнитно-резонансная томография. Принцип получения изображения. Противопоказания к использованию метода.**

**Магнитно-резонансная томография (МРТ)** — метод томографического исследования внутренних органов посредством использования феномена **ядерного магнитного резонанса (ЯМР)**.

**ЯМР** — поглощение или излучение электромагнитной энергии ядрами с ненулевым спином (т.е. ядрами с нечетным числом нейтронов и протонов), обусловленное переориентацией магнитных моментов ядер во внешнем магнитном поле. При этом характеристики радиочастотных сигналов, испускаемых различными материалами, предопределяются физическими и химическими особенностями тканей.

**Принцип метода:** измеряется электромагнитный отклик ядер атомов водорода в ответ на возбуждение их электромагнитными волнами заданной частоты в постоянном магнитном поле; параметры сигналов многократно считываются с каждой точки исследуемой зоны, а далее проводится реконструкция изображения (осуществляется математическая процедура, позволяющая сложный сигнал сортировать на отдельные частотные и фазовые компоненты, определять их местоположение и кодировать определенным оттенком серой шкалы).

**Преимущества:**

- высокий тканевой контраст (основанный не на плотности и зависящий от ряда физико-химических свойств тканей);
- возможность управлять контрастом;
- отсутствие артефактов от костей;
- мультипланарность и возможность получения 3D изображений;
- возможность отображать кровотоки;
- отсутствие лучевой нагрузки.

**Ограничения:**

- в отличие от **КТ** плохо отображаются обызвествления;
- артефакты от дыхательных и других движений (органы грудной клетки, брюшной полости);
- уступает **КТ** по пространственному разрешению в плоскости отображаемого слоя;
- противопоказана пациентам с установленным водителем ритма, ферромагнитными инородными телами, женщинам первой трети беременности и реанимационным больным (из-за воздействия магнитных полей МР-томографа на системы жизнеобеспечения)

**4. Ультразвуковая диагностика. Принципы получения изображения. Виды ультразвуковых исследований.**

**Ультразвуковые методы исследования** — методы неинвазивного исследования организма человека с помощью ультразвуковых волн.

**Ультразвуковые волны** — акустические волны, имеющие частоту более 20 кГц и не воспринимаемые органами слуха человека (20-20000 Гц). Распространение ультразвука (скорость, амплитуда, фазочастотные характеристики) зависит от физических свойств среды (например, скорость звука в мягких живых тканях составляет 1480—1580 м/с, в костях — 4080 м/с, а в воздухе — 330 м/с).

Генератором ультразвуковых волн в ультразвуковых сканерах является датчик, играющий одновременно и роль приемника отраженных эхосигналов. Основным компонентом датчика являются нескольких сотен мелких пьезокристаллических преобразователей (например, кристаллов титаната бария). Особенностью этих кристаллов является то, что при создании электрических зарядов на поверхности их граней происходит их сжатие и растягивание, а при их деформации (под действием ультразвуковых волн), наоборот — образование разноименных электрических потенциалов. При этом вмонтированная в датчик фокусирующая линза возможность создавать фокус на определенной глубине.

**Выделяют следующие режимы:**

- **А-режим** — одномерное изображение, где первая координата, это амплитуда отраженного сигнала от границы сред с разным акустическим сопротивлением, а вторая расстояние до этой границы (отображается эхогенность в зависимости от глубины).
- **М-режим** (от англ. motion — движение) — по вертикальной оси откладывается расстояние от датчика до лоцируемой структуры, а по горизонтальной — время (полученные кривые отражают амплитуду и скорость движения тех или иных структур).
- **В-режим** (от англ. brightness — яркость) — двумерное серошкальное томографическое изображение, при котором яркость каждого пикселя соответствует силе эхо-волны (по вертикальной оси — расстояние от датчика до лоцируемой структуры, по горизонтальной — время).
- **Допплеровский режим** — режим, используемый для определения гемодинамических параметров. В основе методики — использование эффекта Допплера. Сущность эффекта: сдвиг частоты отраженных от движущихся объектов ультразвуковых волн пропорционален скорости движения лоцируемых структур (при движении в сторону датчика — увеличение частоты, при движении от датчика — уменьшение).

- **PW-режим** (импульсный доплер) — предназначен для определения скорости кровотока в конкретном месте (применяется только при низких скоростях);
- **CW-режим** (постоянный доплер) — предназначен для анализа потоков высоких скоростей вдоль всего ультразвукового луча (при этом невозможна точная локализация исследуемого кровотока);
- **ЦДК** (цветовое доплеровское картирование потока крови) — двухмерное серо-шкальное изображение с наложенной информацией о доплеровском смещении в цвете;
- **ЭДК** (энергетический доплер) — предназначен для визуализации мелких сосудов (при этом не дает представления о направлении кровотока, однако позволяет судить в 3D-режиме о пространственной структуре кровотока в области сканирования).
- **ТДК** (тканевой доплер) — цветное картирование движения тканей (применяется совместно с PW-режимом в эхокардиографии для оценки сократительной способности миокарда).

#### **Преимущества:**

- доступность;
- возможность послойного многоплоскостного исследования;
- высокий мягко-тканый контраст;
- возможность исследования в режиме реального времени;
- возможность исследования в динамике;
- возможность получения 3D изображений;
- отсутствие лучевой нагрузки

#### **Ограничения:**

- с увеличением глубины сканирования снижаются пространственное разрешение и тканевой контраст;
- зависимость результатов от опыта оператора в большей мере, чем при других методах;
- зависимость информативности исследования от класса аппарата;
- ограниченное документирование результатов (не выявленные изменения не регистрируются).

## **5. Радионуклидная диагностика. Принцип получения изображения.**

**Флюорография** — рентгенологическое исследование, заключающееся в фотографировании (формат кадра 70х70мм, 100х100мм и 110х110 мм) видимого изображения на флюоресцентном экране.

**Предназначение метода** — проведение массовых профилактических исследований органов грудной клетки

**Томография (линейная)** — метод послойного исследования, позволяющий воспроизводить изображение объекта на заданной глубине.

**Принцип метода:** осуществляется синхронное движение в противоположных направлениях кассеты и рентгеновской трубки (угол качания трубки 30-50°) вдоль неподвижного объекта, что приводит к тому, что более четко отображенными оказываются только те детали, которые находятся на заданной глубине, те же, которые расположены выше или ниже, наоборот — оказываются «размазанными».

**Рентгенодиапневтика** — метод, сочетающий в себе рентген-эндоскопические процедуры и лечебное вмешательство (например, рентгеноэндоваскулярная окклюзия и рентгеноэндоваскулярная дилатация).

**Радионуклидная диагностика** — визуализации органов и тканей путем внешней детекции ионизирующего излучения от введенного в организм радиоактивного индикатора — радиофармацевтического препарата.

**Радиофармацевтический препарат** — радиоактивные изотопы или их соединения с различными неорганическими или органическими веществами, предназначенные для медико-биологических исследований, радиоизотопной диагностики и лечения различных заболеваний.

**Критерии выбора радиофармацевтического препарата:**

- органотропность;
- низкая радиотоксичность при относительно высоких допустимых дозах;
- короткий период полураспада метки;
- оптимальная для визуализации энергия излучения.

**Принцип метода:** осуществляется внешняя регистрация радиоактивного излучения (**гамма-излучения**), испускаемого радиоактивным веществом (радиофармпрепаратом), введенным в организм пациента, с последующим отображением распределения изотопа в организме в виде проекции на плоскость.

**Гамма-излучение** — вид электромагнитного излучения с длиной волны  $< 2 \cdot 10^{-10}$  м (поэтому имеет ярко выраженные корпускулярные и слабо выраженные волновые свойства).

Основной тип приборов, используемых для детекции гамма-излучения — **гамма-камеры**.

**Гамма-камера** — сцинтилляционная камера, в которой поглощенные или рассеянные гамма-кванты преобразуются в фотоны видимого излучения (световые вспышки), которые, в свою очередь, преобразуются в импульсы тока.

**Выделяют следующие виды изображений:**



- статические;
- динамические (результат сложения нескольких статических);
- томограммы;
- синхронизированные изображения.

**Статическая сцинтиграфия** — отображение распределения радиофармпрепарата в организме (в виде проекции на плоскость).

**Динамическая сцинтиграфия** — серия плоскостных изображений в течение определенного промежутка времени (применяется, когда необходимо оценить динамику накопления и выведения индикатора в органе или ткани).

**Однофотонная эмиссионная компьютерная томография** — метод получения радионуклидных изображений в виде томографических срезов в произвольных плоскостях (возможно формирование 3D изображения).

**Позитронно-эмиссионная томография (двухфотонная эмиссионная томография)** — радионуклидный томографический метод исследования внутренних органов человека.

**Принцип метода:** при помощи специального детектирующего оборудования отслеживается распределение в организме биологически активных соединений, меченных позитрон-излучающими радиоизотопами (путем регистрации пары гамма-квантов, появляющихся при позитронном бета-распаде радионуклида — т.е. при аннигиляции позитронов

**Предназначение метода** — количественная оценка распределения в организме соединений, меченных позитрон-излучающими радиофармпрепаратами и изучение метаболических процессов

#### **Преимущества:**

- создание высокого контраста патологических очагов;
- возможность получения изображений в пределах целой системы;
- вне конкуренции в отображении специфических метаболических изменений;
- применение коротко-живущих радионуклидов делает метод практически безвредным.

#### **Ограничения:**

- уступает другим методам в изображении морфологических деталей;
- непригодна для неотложной диагностики;
- работа с радионуклидами требует жесткого соблюдения правил радиационной безопасности, специального оборудования и дозиметрии.

### ***Вопросы для УСРС:***

1. Рентгентелевизионное просвечивание (принцип метода, предназначение, недостатки)
2. Частные рентгенологические методы: линейная томография (принцип метода, предназначение, недостатки)
3. Электрорентгенография (принцип метода, предназначение, недостатки)

### ***Тестовый контроль знаний:***

1. **Какие из перечисленных рентгеновских методов являются основными**

- гастрография
- \*рентгенография
- зонография
- полиграфия
- томография

2. **Какие из перечисленных рентгеновских методов являются дополнительными**

- рентгеноскопия
- цифровая рентгенография
- \*томография
- холецистография
- УЗИ

3. **Какие из перечисленных рентгеновских методов являются специальными**

- \*ангиография
- рентгенография
- томография
- флюорография
- полиграфия

4. **Перечислите высокомолекулярные рентгеновские препараты для контрастирования**

- \*водорастворимые трийодированные препараты
- кислород

- водород
- закись азота
- жирорастворимые кальцийсодержащие препараты

**5. Перечислите мероприятия по снижению лучевой нагрузки на пациента при проведении рентгеновского исследования**

- применение приспособлений для защиты тела в зоне исследования
- назначение исследования по строгим показаниям
- \*сокращение времени исследования пациента за экраном
- неиспользование усилителей рентгеновского изображения
- назначение радиопротекторов

**6. Какую цель преследуют, проводя исследование с введением газа в периорганное пространство**

- определить положение органа
- определить структуру органа
- \*-определить наружные контуры органа
- определить функцию органа
- определить внутренние контуры органа

**7. Какой метод необходимо применить для точной топической диагностики**

- электрорентгенографию
- томографию
- \*рентгенографию в двух проекциях
- полиграфию
- зонографию

**8. Какие условия необходимо соблюдать при проведении пациенту исследования с внутривенным введением йодистых рентгенконтрастных препаратов**

- наличие главного врача в рентген-кабинете
- отсутствие лечащего врача
- \*проведение пробы с рентгенконтрастным препаратом
- проведение местной анестезии
- присутствие реаниматолога

**9. Укажите название методов, при которых получаются "послойные" снимки в результате противоположного движения рентгеновской трубки и кассеты**

- полиграфия
- \*томография
- рентгенокимография
- флюорография
- рентгенография

**10.Перечислите свойства рентгеновского излучения, используемые в диагностике**

- криволинейное распространение в пространстве
- равноценное поглощение разными тканями
- \*фотохимическое действие
- ионизирующее действие
- биологическое действие

**11.Кто доказал электромагнитную природу рентгеновского излучения?**

- Рентген
- \*Фридрих
- Хаунсфилд
- Михайлов
- Доплер

**12.Укажите скорость распространения рентгеновского излучения в тканях человеческого организма**

- 1540 м/с
- \*300000 км/с
- 980 м/с
- 330 м/с
- 1850 км/с

**13."Ультравист" относится к группе рентгенконтрастных соединений**

- \*водорастворимых
- водонерастворимых
- ионных
- жирорастворимых

-низкомолекулярных

**14. Для исследования быстротекущих динамических процессов можно использовать**

- цифровую рентгенографию
- \*рентгенокимографию
- повторную рентгенографию
- томографию
- флюорографию

**15. Укажите скорость распространения ультразвука в мягких тканях**

- \*1540 м/с
- 1850 м/с
- 330 м/с
- 980 м/с
- 550 м/с

**16. Доля отраженного ультразвука определяется**

- схожесть акустического импеданса сред
- \*углом падения ультразвукового пучка
- соотношением размеров объекта и длины волны
- углом преломления ультразвукового пучка
- плотностью среды

**17. Регистрация мощности отраженного ультразвукового сигнала в виде графика используется**

- \*в А-режиме
- в В-режиме
- в М-режиме
- в 2D-режиме
- в 3D-режиме

**18. CW-доплеровское исследование используется для характеристики внутрисердечных потоков со скоростью**

- \*более 4 м/с
- более 3 м/с
- более 1.5 м/с

- менее 1 м/с
- менее 0.8 м/с

**19.Цветное доплеровское исследование (Color Image Doppler)**

**используется для**

- \*быстрой оценки пространственной ориентации потоков
- определения градиента давления
- измерения средней и максимальной скоростей потоков
- расчета ударного и минутного объёмов
- медленной оценки пространственной ориентации потоков

**20.Какой из методов позволяет определять количество накопившегося в органе РФП путем подсчета количества импульсов в единицу времени**

- статическая сцинтиграфия
- \*радиометрия
- радиография
- сканирование
- динамическая сцинтиграфия

**21.Какой из методов позволяет определять динамику РФП в органе путем регистрации графика**

- статическая сцинтиграфия
- радиометрия
- рентгенография
- сканирование
- \*динамическая сцинтиграфия

**22.Какой из методов позволяет определять распределение РФП в органе**

- \*статическая сцинтиграфия
- радиометрия
- радиография
- рентгенография
- рентгеноскопия

**23.Какой из методов позволяет изучать непрерывную динамику РФП в органе**

- статическая сцинтиграфия

- радиометрия
- рентгеноскопия
- сканирование
- \*динамическая сцинтиграфия

**24. Укажите механизм включения РФП (раствора коллоидного золота) при определении функции ретикулоэндотелиальных клеток печени**

- включение в обменные процессы
- активный транспорт
- \*фагоцитоз
- блокада капилляров
- диффузия через биологические барьеры

**25. Укажите механизм включения РФП (макроагрегата альбумина) при определении микроциркуляции в легких**

- включение в обменные процессы
- активный транспорт
- фагоцитоз
- \*блокада капилляров
- диффузия через биологические барьеры

**26. Укажите механизмы включения РФП (йод-гиппурана) при определении секреторной функции почек**

- включение в обменные процессы
- \*активный транспорт
- фагоцитоз
- блокада капилляров
- диффузия через биологические барьеры

**27. Укажите механизмы включения РФП (фосфатно-технециевого комплекса) для выявления опухолевого процесса в костях**

- \*включение в обменные процессы
- активный транспорт
- фагоцитоз
- блокада капилляров
- диффузия через биологические барьеры

**28. Радиотоксичность РФП определяется**

- физическим периодом полураспада РФП
- биологическим периодом полувыведения РФП
- \*эффективным периодом полувыведения РФП
- химическим периодом полувыведения РФП
- неэффективным периодом полувыведения РФП

**29. Укажите, к какому методу радионуклидной диагностики относится изображение**

- статическая сцинтиграфия
- динамическая сцинтиграфия
- радиометрия
- \*радиография
- сканирование

**30.Перечислите основные элементы для всех методов компьютерной томографии**

- сканирование тела тонким пучком рентгеновского излучения
- сканирование тела толстым пучком рентгеновского излучения
- детекция пучка сцинтилляционным счетчиком
- превращение энергии излучения в штрих-код
- \*цифровая кодировка, математическая и позиционно-координатная обработка в ЭВМ

**31.Разрешающая способность компьютерной томографии определяется**

- \*пространственным разрешением
- нечувствительностью к перепаду плотности
- временем сканирования
- количеством детекторов
- количеством человек

**32.Укажите мероприятия по подготовке пациента к рентгеновской компьютерной томографии брюшной полости и забрюшинного пространства**

- \*проведение пробы с рентгеноконтрастным веществом
- прием внутрь 200 мл 1.5% верографина за 24 часа до исследования
- прием внутрь 200 мл сульфата бария за 12 часов и 30 минут до исследования
- очистительная клизма



-введение ректально 100 мл контраста

**33.В магнитно-резонансной томографии может использоваться**

**"подкачка" ядер атомов**

- \*водорода (а. вес 1)
- гелия (а. вес 2)
- фосфора (а. вес 32)
- углерода (а. вес 12)
- золота (а. вес 193)

**34.Противопоказанием к проведению магнитно-резонансной томографии является**

- \*наличие искусственного водителя ритма
- наличие биопротеза
- наличие пластмассового имплантата
- вес пациента свыше 100 кг
- наличие вставной челюсти

**35.Укажите мероприятия по подготовке пациента к эмиссионной томографии**

- проведение аллергологической пробы с РФП
- \*отмена препаратов, влияющих на исследуемую функцию
- блокирование щитовидной железы
- защита экраном радиочувствительных органов
- прием радиопротекторов

**36.Перечислите недостатки позитронной эмиссионной томографии**

- \*использование короткоживущих радионуклидов
- использование долгоживущих радионуклидов
- сложность регистрации позитронов
- изучение динамики РФП в ограниченном объёме
- высокая лучевая нагрузка при исследовании

**37.Перечислите показания к исследованию эмиссионной компьютерной томографии**

- \*выявить и дифференцировать диффузное и объёмное поражение органа
- выявить структуру очагового поражения

- выявить изменения полостей сердца, перикарда и магистральных сосудов
- подозрение на конкременты
- определение малых количеств жидкости в полостях