

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

Кафедра лучевой диагностики с курсом ФПКиП

Автор:

Е.С.Зиновкина, ассистент

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

для проведения практического занятия по учебной дисциплине  
Медицинская визуализация

для студентов 5 курса медико-диагностического факультета, обучающихся  
по специальности 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело»

Тема 1. Методы и средства лучевой диагностики. Рентгенологические  
методы. Метод компьютерной томографии.

Время: 6 часов

Утверждены на заседании кафедры лучевой диагностики с курсом ФПКиП  
(протокол №7 от 06.02.2026).

### **Учебная цель:**

- формирование у студентов профессиональных компетенций, необходимых для решения диагностических задач путем применения рентгенологических методов и КТ при заболеваниях разных органов и систем;
- формирование у студентов знаний о лучевой семиотике наиболее распространенных заболеваний человека и принципах органно-комплексного применения рентгеновских методов лучевой диагностики;
- 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, этико-деонтологические нормы и правила в диагностическом процессе;
- уметь применять основные модели взаимодействия врача и пациента;

### **Задачи практического занятия:**

1. **Организация работы отделений (кабинетов) лучевой диагностики.** Изучить устройство и функционирование рентгенологических кабинетов и отделений компьютерной томографии, включая распределение зон, потоки пациентов и персонала, а также требования к планировке помещений.
2. **Принципы радиационной безопасности и охраны труда.** Ознакомиться с основными принципами защиты от ионизирующего излучения, нормами дозовой нагрузки, средствами индивидуальной и коллективной защиты, а также мерами по обеспечению безопасных условий труда при проведении рентгенологических исследований.
3. **Устройство рентгенодиагностического аппарата.** Изучить структурную схему и ключевые компоненты рентгеновской установки: рентгеновскую трубку, генератор, стол для пациента, коллиматор,

детекторы излучения и систему управления.

4. **Методы получения и анализа рентгенограм.** Освоить способы формирования и регистрации рентгеновского изображения, а также научиться интерпретировать стандартные рентгенограммы: определять анатомическую область исследования и различать ткани по плотности (воздух, жир, мягкие ткани, кости).
5. **Параметры рентгеновского изображения.** Познакомиться с понятиями «жѐсткость» и «мягкость» рентгеновского излучения, а также с режимами экспозиции (напряжение, сила тока, время), влияющими на качество снимка.
6. **Работа фотолаборатории.** Ознакомиться с процессами обработки аналоговых рентгеновских плѐнок: проявкой, фиксацией, промывкой и сушкой, а также с контролем качества изображений.
7. **Аналоговые и цифровые технологии в рентгенологии.** Сравнить особенности получения, хранения и передачи изображений в аналоговых и цифровых системах (CR — компьютерная радиография, DR — цифровая радиография), включая преимущества цифровой визуализации.
8. **Основные методы рентгенологической диагностики.** Изучить ключевые диагностические подходы: обзорную и прицельную рентгенографию, флюорографию, рентгеноскопию, томографию (включая КТ), а также функциональные пробы.
9. **Искусственное контрастирование в лучевой диагностике.** Ознакомиться с методами введения контрастных веществ для визуализации полых органов и сосудистого русла. Рассмотреть виды контрастных средств:
  - позитивные (рентгенопозитивные, например, йод- и барийсодержащие) и негативные (газы);
  - ионные и неионные препараты; а также противопоказания к их применению и меры профилактики осложнений.
10. **Оказание первой помощи при реакциях на введение контрастного вещества.** Изучить алгоритмы распознавания и неотложной помощи при аллергических и других нежелательных реакциях, возникающих после введения рентгеноконтрастных препаратов — от лёгких (кожный зуд, крапивница) до тяжѐлых (бронхоспазм, анафилактический шок).
11. **Основные принципы радиационной безопасности.** Ознакомиться с

фундаментальными положениями защиты от ионизирующего излучения: обоснованием, оптимизацией и ограничением доз, а также с мерами обеспечения безопасности пациентов и персонала при проведении рентгенологических исследований.

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

- ~ лучевую анатомию и лучевую семиотику наиболее распространенных заболеваний человека;
- ~ принципы органно-комплексного применения рентгенологических 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 рентгенологическому исследованию при наиболее распространенных заболеваниях человека;
- ~ подготавливать пациента к рентгенологическому исследованию при основных распространенных заболеваниях;
- ~ интерпретировать результаты рентгенологического исследования;
- ~ оказать первую помощь при острых побочных реакциях на введение контрастных веществ

**владеть:**

- ~ навыками выбора рентгенологического метода визуализации при разных заболеваниях;
- ~ навыками подготовки пациентов к лучевым исследованиям при наиболее частых заболеваниях;
- ~ навыками интерпретации результатов лучевого исследования и, при необходимости, построения схемы дообследования при основных распространенных заболеваниях;
- ~ 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**

«Анатомия человека»:

- нормальная анатомия
- половые и возрастные особенности

### **Контрольные вопросы:**

1. Методы визуализации в лучевой диагностике: обзор и классификация (рентгенография, флюороскопия, КТ, МРТ, УЗИ, радионуклидные методы)
2. Физические основы рентгенологического метода: принцип формирования рентгеновского изображения на основе дифференциального поглощения излучения тканями организма
3. Виды рентгенологических исследований: обзорная и прицельная рентгенография, рентгеноскопия, томография. Этапы получения изображения — от генерации рентгеновских лучей до регистрации сигнала
4. Основные компоненты рентгеновской аппаратуры: устройство и функции рентгеновской трубки, усиливающих (флуоресцентных) экранов, отсеивающих (антидиффузионных) решёток
5. Эволюция рентгеновской техники: от аналоговых установок к цифровым системам (CR, DR), развитие методов визуализации — цифровая томосинтез, низкодозовая КТ, искусственный интеллект в интерпретации изображений
6. Особенности теневого (проекционного) рентгеновского изображения: суперпозиция структур, искажение формы и размеров, зависимость качества от проекции и технических параметров
7. Сравнительный анализ рентгенографии и рентгеноскопии: преимущества, недостатки, клиническое применение. Аналоговые и

цифровые технологии получения изображения — принципы, качество, дозовая нагрузка

8. Показания и противопоказания к проведению рентгенологических исследований: клинические, этические и радиационно-гигиенические аспекты
9. Специальные методы рентгенодиагностики с использованием контрастных веществ: виды контрастирования (внутрисосудистое, внутрисуставное, желудочно-кишечное), показания и противопоказания к применению йодсодержащих и других контрастных препаратов
10. Неотложная помощь при побочных реакциях на контрастные препараты: классификация реакций (лёгкие, средней тяжести, анафилактические), алгоритмы первой помощи, профилактика осложнений
11. Основы радиационной безопасности в лучевой диагностике: принципы ALARA, дозиметрический контроль, защита пациента и персонала, особенности обследования беременных и детей

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **Литература**

#### **Основная:**

1. Илясова, Е. Б. Лучевая диагностика: учебное пособие / Е. Б. Илясова, М. Л. Чехонацкая, В. Н. Приезжева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 432 с.
2. Трутень, В. П. Рентгенология: учебное пособие / В. П. Трутень. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 336 с.
3. Труфанов, Г. Е. Лучевая диагностика: учебник / Труфанов Г. Е. и др. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 484 с.
4. Лучевая диагностика и лучевая терапия: учебн. пособие / [А.И. Алешкевич [и др.]] – Минск : Новое знание, 2017. – 381 с.
5. Ермолицкий, Н. М. Радиационная безопасность в лучевой диагностике: учеб.-метод. пособие для студентов 3-5 курсов мед.-диагност. фак. мед. вузов / Н. М. Ермолицкий; УО «ГомГМУ», Каф. внутренних

болезней № 3 с курсом лучевой диагностики и лучевой терапии. – Гомель: ГомГМУ, 2018. – 97 с.

**Дополнительная:**

6. Власов, Е. А. Томографическая (КТ и МРТ) анатомия центральной нервной системы человека [Атлас] / Е. А. Власов. – Москва : Издательский дом Видар-М, 2020. – 144 с.
7. (8). Жерко, О. М. Клиническая трансторакальная эхокардиография: практическое руководство для врачей / О. М. Жерко. – Минск : Альфа-книга, 2020. – 832 с.
8. (9). Жерко, О. М. Ультразвуковая диагностика патологии сосудов: практическое руководство для врачей / О. М. Жерко. – Минск : Альфа-книга, 2019. – 688 с.
9. (10). Кармазановский, Г. Г. Динамическая мультиспиральная КТ: параметры и характеристики болюса контрастного вещества, примерные протоколы сканирования и их клиническое применение. Руководство для врачей лучевых диагностов / Г. Г. Кармазановский. – Москва : Издательский дом Видар-М, 2020. – 384 с.
10. (11). Морозов, С. П. Основы менеджмента медицинской визуализации / Морозов С. П. [и др. ] – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 432 с.
11. (13). Носенко, Е. М. Ультразвуковое исследование артерий и вен верхних конечностей / Е. М. Носенко, Н. С. Носенко, Л. В. Дадова. – Москва : Издательский дом Видар-М, 2020. – 240 с.
12. (14). Озерская, И. А. Руководство по ультразвуковой диагностике в акушерстве и гинекологии / И. А. Озерская. – Москва : МЕДпресс-информ, 2021. – 304 с.
13. (16). Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика / Под ред. В. В. Митькова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский дом Видар-М, 2019. – 756 с.
14. (17). Ростовцев, М. В. Атлас рентгеноанатомии и укладок : руководство для врачей / М. В. Ростовцев, Г. И. Братникова, Е. П. Корнева [и др. ] ; под ред. М. В. Ростовцева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 320 с.
15. (18). Труфанов, Г. Е. МРТ. Позвоночник и спинной мозг : руководство для врачей / под ред. Г. Е. Труфанова, В. А. Фокина. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 544 с.

**Нормативные правовые акты:**

16. (20). Гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия»: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28.12.2012 №213.

17. (21). Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности воздействия ультразвука на человека»: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021 г. № 37.

18. (22). О здравоохранении: Закон Республики Беларусь 18.06.1993 № 2435–XII: в ред. Закона Республики Беларусь от 08.07.2024 № 26-3.

19. (23). Об утверждении расчетных нормативов времени на выполнение исследований в лучевой диагностике врачами и рентгенолаборантами организаций здравоохранения системы Министерства здравоохранения Республики Беларусь: Приказ Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 06.04.2007 № 255.20.  
(24). Санитарные правила и нормы 2.6.1.8-38-2003 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований»: постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 31.12.2003 № 223 с изм. и доп., утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 26.05.2008 № 97.

21. (25). Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 31.12.2013 № 137.

## **ДИДАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ**

### **Содержание учебного материала**

#### **Физико-технические основы рентгенологии. лучевые методы диагностики**

Рентгеновская техника. Рентгенодиагностические комплексы общего назначения. Флюорографы. Палатные аппараты. Маммографы. Дистанционные телеуправляемые столы-штативы. Аппараты для ангиографии и интервенционных вмешательств. Аппараты для



рентгеновской остеоденситометрии. Компьютерные рентгеновские томографы.

Структурная схема и основные элементы рентгеновского аппарата. Паспорт рентгеновской трубки. Система обозначения трубок. Способы установки, центрации и тренировки. Основные неисправности трубок.

Рентгеновский экспонометр, принцип действия, регулировка чувствительности. Согласование чувствительности с комбинацией экран-пленка.

Рентгенодиагностические штативы. Диафрагмы, тубусы, фильтры. Проверка совмещения светового и радиационного полей. Рентгеновские отсеивающие решетки и растры.

Приемники рентгеновского изображения. Радиографическая пленка: формат, чувствительность, средний градиент, фотографическая ширина, зернистость, вуаль. Усиливающие экраны (типаж, разрешение, срок годности).

Усилитель рентгеновского изображения (устройство, принцип действия). Регулирование характеристик усилителей, системы стабилизации яркости. Детекторы для цифровой рентгенодиагностики.

Флюорографы (устройство, характеристики). Устройство и оборудование фотолаборатории. Проверка качества затемнения и неактиничного освещения. Устройства для обработки пленки вручную, проявочные автоматы, сушильные шкафы. Химико-фотографическая обработка радиографической пленки. Растворы для ручного и автоматического проявления, регенерирующие растворы, правила хранения. Состав и характеристики проявителя, правила и последовательность приготовления. Нормы использования проявителя. Принцип действия фиксажа, рецептура, правила приготовления. Нормы использования фиксажа. Промывка рентгенограмм, способы ее выполнения и ускорения. Сушка снимков. Основные ошибки при обработке пленки. Способы исправления дефектов. Усиление и ослабление изображения. Организация сбора и сдачи серебросодержащих отходов.

Методы рентгенологического исследования. Показания и противопоказания к рентгенологическому исследованию. Порядок назначения и оформления на рентгенологическое исследование. Формирование рентгеновского изображения и его особенности

(суммационный характер, суперпозиция и субтракция теней, тангенциальный эффект, проекционное искажение величины, формы и размеров объекта).

Рентгенография и ее виды (пленочная, цифровая, с прямым увеличением изображения, телерентгенография). Обзорные и прицельные снимки. Серийная рентгенография. Обработка и хранение цифровых изображений.

Дигитальная субтракционная рентгенография. Ротационная дигитальная субтракционная рентгенография. Особенности проведения рентгенографии в операционной, отделении реанимации, палате.

Радиационная защита пациентов и персонала. Дозовые нагрузки.

Рентгеноскопия и ее виды (ортоскопия, латероскопия, трохоскопия). Импульсная рентгеноскопия. Радиационная защита пациентов и персонала при рентгеноскопии. Дозовые нагрузки.

Флюорография. Крупно и среднеформатная флюорография. Цифровая флюорография. Декретированные контингенты, подлежащие обследованию. Нормативные документы по организации и проведению флюорографии органов грудной полости. Нормы приема. Дозовые нагрузки. Ретроспективный анализ флюорограмм.

Линейная томография. Выбор проекции исследования, направления движения излучателя и кассеты, глубины и толщины выделяемого слоя. Радиационная защита пациентов и персонала. Дозовые нагрузки.

Контрастное усиление. Определение вида и дозы контрастного препарата в зависимости от возраста и массы тела пациента, задач исследования и состояния исследуемого органа. Реакции и осложнения при применении контрастных препаратов. Меры по предотвращению и лечению местных/системных реакций и осложнений.

### **Методы и средства лучевой диагностики**

<b>Методы лучевой диагностики</b>	
1. Рентгенологический метод	Классический метод, основанный на использовании рентгеновского излучения для получения изображений внутренних органов.
2. Рентгеновская компьютерная томография (КТ)	Метод послойного исследования с использованием рентгеновского излучения и детекторов.

3. Магнитно-резонансная томография (МРТ)	Метод визуализации, основанный на использовании магнитных полей и радиочастотных импульсов.
4. Ультразвуковой метод	Исследование ультразвуковых волн для оценки структуры и функции органов.
5. Радионуклидный метод	Включает сцинтиграфию, ОФЭКТ и ПЭТ-КТ, основанные на регистрации излучения от введенных радиоактивных веществ.

### **Общие принципы лучевой диагностики**

1. *Обоснованность назначений*: проведение исследования должно быть целесообразным и соответствовать клиническим показаниям.
2. *Использование наиболее информативных и минимально инвазивных методик*: выбор метода должен обеспечивать максимальную полноту и качество диагностической информации.
3. *Своевременность проведения*: исследования должны выполняться в оптимальные сроки для уточнения диагноза и планирования лечения.
4. *Экономическая целесообразность*: учет ресурсов и затрат при выборе метода исследования.
5. *Минимизация доз облучения*: снижение лучевой нагрузки на пациента до максимально возможного уровня без ущерба для качества диагностики.

### **Рентгенологический метод исследования.**

История открытия рентгеновских лучей началась 8 ноября 1895 года, когда профессор физики Вюрцбургского университета Вильгельм Конрад Рентген, проводя эксперименты с катодными лучами в своей лаборатории, обнаружил необычное излучение. Это излучение, которое он назвал X-лучами («неизвестными лучами»), обладало удивительной способностью проникать через различные материалы, включая мягкие ткани человеческого тела, и оставлять следы на фотопластинках.

Первое сообщение об этом открытии под названием «О новом виде лучей» было опубликовано Рентгеном в январе 1896 года. В последующие два года,

в 1896–1897 годах, ученый представил еще три публичных доклада, в которых подробно описал все выявленные свойства открытых им лучей, включая их способность к проникающей визуализации.

Вклад Рентгена в науку был высоко оценен мировым научным сообществом. В 1901 году он стал первым физиком, удостоенным Нобелевской премии по физике за свое открытие. Официальная церемония награждения состоялась в 1909 году. На Первом Международном съезде по рентгенологии в 1906 году X-лучи были официально переименованы в «рентгеновские лучи» в честь их первооткрывателя. Однако в некоторых странах до сих пор используется историческое название — X-лучи.

### **Основные виды рентгенологических исследований:**

- Рентгенография
- Рентгеноскопия
- Флюорография
- Томография
- Ангиография
- Маммография
- Остеоденситометрия

### **Основные этапы получения изображения**

Процесс получения рентгенологического изображения включает следующие этапы:

#### **1. Подготовка пациента:**

Объяснение процедуры пациенту.

Удаление металлических предметов (украшений, протезов), которые могут исказить изображение.

#### **2. Позиционирование:**

Выбор положения пациента (лежа, стоя, сидя).

Центрация зоны исследования относительно источника излучения.

#### **3. Настройка оборудования:**

Регулировка параметров напряжения (кВ), тока (мА) и времени экспозиции (с).

Формирование пучка излучения с помощью диафрагм и фильтров.

#### **4. Проведение исследования:**

Генерация рентгеновского излучения.

Регистрация излучения, прошедшего через тело пациента, на пленке или цифровом детекторе.

### **5. Обработка данных:**

Преобразование аналоговых сигналов в цифровую форму (для цифровых систем).

Анализ изображения врачом-рентгенологом.

Основной принцип рентгенологических исследований основан на различной способности тканей организма поглощать рентгеновское излучение.

### **Структурная схема и основные элементы рентгеновского аппарата.**

**Рентгеновский аппарат состоит из нескольких ключевых узлов:**

1. *Источник питания*: преобразует электрическую энергию для работы рентгеновской трубки.
2. *Рентгеновская трубка*: генерирует рентгеновское излучение.
3. *Система управления*: регулирует параметры напряжения, тока и времени экспозиции.
4. *Диафрагмы и фильтры*: формируют и ограничивают пучок излучения.
5. *Штативы и столы*: обеспечивают позиционирование пациента и трубки.
6. *Экраны и детекторы*: регистрируют изображение.

### **Устройство и принцип работы рентгеновской трубки**

Рентгеновская трубка представляет собой вакуумную колбу, изготовленную из прочного стекла или металлокерамики. Внутри колбы находятся два электрода: катод и анод. *Катод* представляет собой тонкую спираль, выполненную из вольфрама или других материалов с высокой температурой плавления. При подаче небольшого напряжения на катод спираль нагревается, и вокруг неё образуется облако свободных электронов — это явление называется электронной эмиссией. *Анод* изготавливается из тугоплавкого материала (например, вольфрама) и имеет форму диска со скошенной поверхностью. Скошенная поверхность предназначена для фокусировки излучения в нужном направлении.

### *Процесс генерации излучения*

Когда на трубку подается высокое напряжение, свободные электроны устремляются к аноду с большой скоростью. При ударе электронов о поверхность анода происходит их торможение, и кинетическая энергия электронов преобразуется в тепловую (более 99%) и рентгеновское излучение (менее 1%).

*Тепловыделение:* Большая часть энергии преобразуется в тепло, что вызывает значительный нагрев анода. Для предотвращения перегрева анод может вращаться с высокой скоростью, а также используется система охлаждения.

*Рентгеновское излучение:* Оставшаяся часть энергии преобразуется в рентгеновское излучение.

### *Типы рентгеновского излучения*

#### 1.Тормозное (первичное) излучение.

Возникает при торможении электронов на поверхности анода.

Длина волны излучения зависит от скорости электронов: чем выше скорость, тем меньше длина волны и тем больше проникающая способность излучения. Напряжение на трансформаторе позволяет регулировать длину волны, формируя мягкое или жесткое излучение. Мягкое излучение используется для исследования мягких тканей, а жесткое — для скелета и более плотных структур.

#### 2.Характеристическое (вторичное) излучение.

Возникает в результате изменения состояний во внутренних электронных слоях атомов анода. Характеристическое излучение зависит от материала анода и находится в диапазоне мягкого излучения. Это излучение нельзя регулировать и использовать для диагностики.

*Система управления рентгеновского аппарата* включает в себя основные функции: регулировка напряжения (кВ), контроль силы тока (мА), установка времени экспозиции (с).

Попадание рассеянного излучения на воспринимающее устройство приводит к появлению на изображении неструктурного затемнения, снижающего контрастность. Отсеивающую решетку в 1912 году изобрёл Густав Баки (Gustav Peter Bucky).

*Отсеивающая решетка (или растр) в рентгенографии* — это специальное устройство, состоящее из тонких свинцовых полосок, установленное между пациентом и детектором (пленкой/цифровой панелью) для отсеивания

рассеянного (вторичного) рентгеновского излучения, которое искажает изображение, снижая его контрастность и четкость.

*Приемники рентгеновского излучения:*

Рентгеновское излучение, проходя через тело пациента, преобразуется в видимое изображение с помощью специальных приемников. Эти устройства играют ключевую роль в формировании диагностической информации. Рассмотрим основные типы приемников и их особенности.

#### 1. Рентгеновская пленка

Традиционный приемник излучения, который долгое время был основным инструментом в рентгенологии. Пленка реагирует на рентгеновские лучи, формируя скрытое изображение, которое проявляется в результате химической обработки.

#### 2. Флюоресцирующий экран

Используется совместно с рентгеновской пленкой для повышения чувствительности системы. Экран преобразует рентгеновское излучение в видимый свет, который воздействует на пленку.

#### 3. Системы цифровой рентгенографии

Современные технологии заменяют пленку цифровыми детекторами, которые преобразуют рентгеновское излучение в электрический сигнал.

*Два основных типа цифровых систем:*

*Плоскопанельные детекторы:* непосредственно преобразуют излучение в цифровой сигнал.

*Кассетные фосфорные пластины:* временно сохраняют изображение, которое затем считывается сканирующим устройством.

#### 4. Специальные детекторы в компьютерной томографии (КТ)

В КТ используются детекторы, расположенные вокруг пациента, которые регистрируют ослабленное излучение после его прохождения через тело. Эти детекторы работают в паре с вращающейся рентгеновской трубкой, что позволяет получать послойные изображения органов.

**Рентгенография** — один из самых распространенных методов лучевой диагностики, используемый для выявления травм и патологий внутренних органов. Несмотря на активное внедрение цифровых технологий, пленочная рентгенография до сих пор остается актуальной в ряде медицинских учреждений. Пленочные снимки требуют последующей обработки в фотохимической лаборатории, где происходит их проявление и закрепление.

Рассмотрим подробно этот процесс. Процесс получения готового снимка включает три основных этапа:

1. Проявка;
2. Фиксация;
3. Сушка.

Для того, чтобы обработать рентгенографическую пленку, необходимо специальное оборудование, к которому относят кюветы, красный фонарь, посуду для растворов и другие приспособления. Обработку ведут в темной комнате, чтобы не «засветить» фоточувствительный слой на пленке. На красный свет этот слой не реагирует, поэтому обработку проводят при помощи красного фонаря.

#### 1. Проявление

Пленка помещается в проявочный раствор, который восстанавливает микрокристаллы бромида серебра в металлическое серебро. В результате формируется видимое изображение. Важно: время проявления зависит от температуры раствора и типа пленки. Обычно оно составляет 3–5 минут при температуре 20°C.

#### 2. Промывка

После проявления пленка промывается водой для удаления остатков проявителя. Этот этап предотвращает дальнейшее воздействие химического раствора на пленку.

#### 3. Фиксирование

Пленка помещается в фиксирующий раствор, который удаляет непроявленные кристаллы бромида серебра. Фиксаж стабилизирует изображение, делая его устойчивым к свету. Время фиксации обычно составляет 5–10 минут.

#### 4. Окончательная промывка

Пленка тщательно промывается водой для удаления остатков фиксажа. Это предотвращает появление желтизны на пленке со временем.

#### 5. Сушка

Пленка высушивается в специальных сушильных устройствах или естественным путем. Важно избегать попадания пыли на поверхность пленки



во время сушки. Для ускорения и облегчения работы с пленкой разработаны особые фотохимические установки, которые включают секции для проявки, фиксации и промывки пленки, а так же сушильные отделения.

### **Преимущества рентгенографии:**

1. Высокая доступность
2. Быстрота исследования
3. Невысокая стоимость
4. Простота выполнения
5. Широкий спектр применения
6. Высокая информативность при определенных задачах
7. Минимальная лучевая нагрузка
8. Возможность архивирования данных

*Основное противопоказание рентгенологического метода - беременность.*

При беременности исследование проводится по жизненным показаниям или при возможности заменяется другими альтернативными методами.

**Рентгеноскопия** –это анатомо-функциональный метод исследования, который позволяет визуализировать внутренние органы и системы в реальном времени с использованием рентгеновского излучения. Этот метод предоставляет уникальную возможность наблюдать за динамикой работы органов, таких как сердце, легкие или желудочно-кишечный тракт, что особенно важно для диагностики функциональных нарушений. Однако, как и любой диагностический метод, рентгеноскопия имеет свои преимущества и недостатки.

### *Преимущества:*

1. Исследование можно проводить в различных проекциях и позициях
2. Изучение функционального состояния органов (позволяет наблюдать динамику работы органов в реальном времени).
3. Тесное контактирование врача-рентгенолога с пациентом (во время исследования врач может комбинировать рентгенологические наблюдения с клиническими методами, такими как пальпация или сбор анамнеза).

*Недостатки:* высокая лучевая нагрузка, слабое свечение экрана (обычный флюоресцирующий экран имеет низкую яркость, что затрудняет визуализацию мелких деталей), нечеткая визуализация мелких деталей, требования к условиям работы, низкая пропускная способность

(рентгеноскопия требует значительного времени на одно исследование, что снижает количество пациентов, которых можно обследовать за рабочий день).

**Флюорография и томография** – это два важных метода рентгенологической диагностики, которые применяются в медицине для решения различных задач. Флюорография используется преимущественно для массового скрининга, особенно при выявлении заболеваний органов грудной клетки. Томография позволяет получать более четкие изображения определенных слоев тканей, устраняя наложение структур.

**Остеоденситометрия** – это метод рентгенологического исследования, предназначенный для оценки плотности костной ткани. Он используется для диагностики остеопороза и оценки риска переломов.

Преимущества: Низкая доза облучения (в 10–100 раз меньше, чем при стандартной рентгенографии), высокая точность измерений, безболезненность и быстрота процедуры.

Недостатки: ограниченная область исследования (только определенные участки скелета). Не позволяет выявить другие патологии костей (например, переломы или воспаления).

**Ангиография** – это метод рентгенологического исследования сосудов с использованием контрастного вещества. Он позволяет визуализировать артерии, вены и капилляры для выявления патологий кровообращения.

### **Рентгеноконтрастные средства**

Для повышения четкости и информативности исследований используются **рентгеноконтрастные средства (РКС)**. Эти вещества позволяют "выделить" определенные органы или системы, делая их более заметными на рентгеновских изображениях.

Два типа контрастных средств: позитивные и негативные

#### ***Рентгено-позитивные средства:***

Эти вещества интенсивно поглощают рентгеновские лучи, что делает их ярко видимыми на снимках.

Они содержат элементы с высоким атомным весом.

#### ***1 Сернокислый барий (сульфат бария)***

Применяется для исследования желудочно-кишечного тракта (ЖКТ).

Это вещество не всасывается в кровь и выводится естественным путем, что делает его безопасным. Барий создает яркое контрастирование стенок

пищевода, желудка и кишечника, помогая выявить язвы, опухоли или воспаления.

## *2. Водорастворимые йодсодержащие препараты*

Примеры: урографин, верографин, билигност, ангиографин.

Эти вещества вводятся внутривенно и распространяются по сосудистому руслу, достигая различных органов. Используются для исследования мочевыводящих путей, желчного пузыря, сосудов и других систем.

## *3. Масляные растворы йода*

Пример: иодолипол.

Вводятся в лимфатические сосуды или свищи. Эти препараты особенно полезны для изучения лимфатической системы и сложных хирургических случаев.

## *4. Неионные водорастворимые средства*

Примеры: ультравист, омнипак, оптирей, визипак, томогексол.

Эти современные препараты имеют низкую осмолярность, что снижает риск побочных реакций (например, аллергии или боли при введении).

Они считаются самыми безопасными среди йодсодержащих контрастных средств.

### *Рентгено-негативные средства:*

Эти вещества "пропускают" рентгеновские лучи, создавая темные участки на снимке. К ним относятся воздух и газы, которые отлично подчеркивают плотные структуры, например, кости или органы с высокой плотностью.

### *Определение вида и дозы контрастного препарата*

*Подбор контрастного средства зависит от нескольких факторов:*

#### *1. Возраст и масса тела пациента*

Дети: Доза контрастного вещества рассчитывается с учетом массы тела ребенка.

Пожилые пациенты: учитываются возрастные изменения, такие как снижение функции почек, что требует корректировки дозы.

Масса тела: чем больше масса тела, тем выше доза контрастного вещества, но не превышающая безопасный предел.

#### *2. Задачи исследования*

Исследование ЖКТ: для обзорной рентгенографии используется сернокислый барий, для внутрисосудистых исследований – йодсодержащие препараты.

Ангиография: применяются водорастворимые йодсодержащие средства (например, ультравист).

Урография: выбираются препараты с высокой концентрацией йода для лучшей визуализации мочевыводящих путей.

### 3. Состояние исследуемого органа

Если у пациента есть нарушения функции почек, используются препараты с низкой осмолярностью (например, неионные контрастные средства).

При аллергических реакциях в анамнезе предпочтение отдается менее аллергенным препаратам или проводится предварительная подготовка.

#### *Реакции и осложнения при применении контрастных препаратов*

Несмотря на высокую безопасность современных контрастных средств, возможны побочные эффекты, которые делятся на местные и системные.

#### *1. Местные реакции*

Боль при введении: возникает из-за высокой осмолярности препарата.

Гиперемия кожи: локальное покраснение в месте введения.

Отек и инфильтрация тканей: при экстравазации (выходе) контраста за пределы сосуда.

#### *2. Системные реакции*

Аллергические реакции:

Легкие: зуд, сыпь, крапивница.

Тяжелые: анафилактический шок, отек Квинке.

Почечные осложнения: Контраст-индуцированная нефропатия, особенно у пациентов с хронической почечной недостаточностью.

Кардиоваскулярные осложнения: Гипотензия, аритмии.

*При возникновении реакций на введение контраста необходимо действовать быстро и четко. Рассмотрим алгоритм в зависимости от тяжести реакции.*

#### *1. Легкие реакции*

Прекратить введение контраста, если это возможно. Оценить состояние пациента: Измерить артериальное давление, частоту дыхания и пульс.

Убедиться, что дыхательные пути свободны.

Провести симптоматическую терапию:

При крапивнице или зуде: ввести антигистаминный препарат (например, дифенгидрамин внутримышечно).

При тошноте или рвоте: использовать противорвотные средства

(метоклопрамид).

Наблюдать за пациентом в течение 30–60 минут после реакции.

## 2. Реакции средней тяжести

Прекратить введение контраста немедленно. Обеспечить доступ воздуха:

Уложить пациента на спину с приподнятой головой. При затрудненном дыхании обеспечить подачу кислорода через маску.

Ввести лекарственные препараты:

Антигистаминные препараты (дифенгидрамин).

Глюкокортикоиды (преднизолон внутривенно или внутримышечно).

При бронхоспазме: бета-адреномиметики (например, сальбутамол ингаляционно). Мониторинг состояния: регулярно измерять давление, пульс и частоту дыхания. При стабилизации состояния продолжать наблюдение.

## 3. Тяжелые реакции (анафилактический шок)

Вызвать реанимационную бригаду. Уложить пациента на спину с приподнятыми ногами для улучшения кровообращения. Обеспечить проходимость дыхательных путей:

При необходимости провести интубацию или СЛР (сердечно-легочную реанимацию).

Ввести препараты экстренной помощи:

Адреналин:

Доза: 0,3–0,5 мг (0,3–0,5 мл 0,1% раствора) внутримышечно или подкожно.

При отсутствии эффекта повторить через 5–15 минут.

Глюкокортикоиды: преднизолон 60–120 мг внутривенно.

Антигистаминные препараты: дифенгидрамин 1–2 мл внутримышечно.

Инфузионная терапия: физиологический раствор или раствор декстрана для восстановления объема циркулирующей крови.

Поддерживать жизненные функции: контролировать дыхание, пульс и давление.

**Радиационная безопасность** – это комплекс мер, направленных на защиту человека и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения. При работе с рентгеновским оборудованием или других источников радиации соблюдение этих принципов является обязательным для минимизации рисков для здоровья пациентов, персонала и населения. Рассмотрим основные принципы радиационной безопасности.

## **Общие принципы радиационной безопасности**

- Принцип обоснования
- Принцип оптимизации (ALARA)
- Принцип нормирования

### **Основные пределы доз облучения населения**

При облучении населения предел средней годовой эффективной дозы облучения равен 0,001 зиверта (1 миллизиверт), допустимо облучение в размере годовой эффективной дозы облучения до 0,005 зиверта (5 миллизиверт) при условии, что средняя годовая эффективная доза облучения, исчисленная за пять последовательных лет, включая год, в котором предел средней годовой эффективной дозы облучения был превышен, не превысит 0,001 зиверта (1 миллизиверт).

### **Пределы доз для персонала**

При профессиональном облучении предел средней годовой эффективной дозы облучения равен 0,02 зиверта (20 миллизиверт), допустимо облучение в размере годовой эффективной дозы облучения до 0,05 зиверта (50 миллизиверт) при условии, что средняя годовая эффективная доза облучения, исчисленная за пять последовательных лет, включая год, в котором предел средней годовой эффективной дозы облучения был превышен, не превысит 0,02 зиверта (20 миллизиверт).

*Для обеспечения радиационной безопасности применяются следующие методы:*

- Защита временем (чем меньше время контакта с источником излучения, тем ниже доза облучения)
- Защита расстоянием (интенсивность излучения уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния от источника).
- Защита экранами и барьерами (использование материалов с высокой плотностью (свинец, бетон, сталь) для поглощения излучения).

## **1.2. Компьютерная томография**

**Задачи практического занятия по основам компьютерной томографии:**

1. Организация работы кабинета компьютерной томографии: структура подразделения, функции персонала, алгоритмы подготовки и проведения исследований, санитарно-гигиенические требования к помещению

2. Принципы радиационной защиты и меры охраны труда при выполнении КТ: соблюдение норм дозовой нагрузки, использование средств индивидуальной и коллективной защиты, мониторинг облучения персонала и пациентов
3. Структурная схема компьютерного томографа: основные компоненты — рентгеновская трубка, детекторная система, гентри, стол пациента, система управления и обработки данных
4. Физико-технические основы получения и регистрации КТ-изображений: принцип послойного сканирования, реконструкция томограмм, типы детекторов, поколения КТ-аппаратов (от одно- до многодетекторных систем)
5. Основные методы постпроцессинговой обработки КТ-данных: мультипланарная реконструкция (MPR), максимальная интенсивность проекции (MIP), минимальная интенсивность проекции (MinIP), трёхмерная визуализация (3D, VR), оценка плотности тканей (HU)
6. Методы искусственного контрастирования при КТ: пути введения контрастных препаратов (внутривенный, пероральный, интратекальный), показания к применению, виды йодсодержащих контрастных средств, особенности их фармакокинетики и безопасности

### **Контрольные вопросы:**

1. Рентгеновская компьютерная томография (КТ): физические основы метода, принцип послойного сканирования и этапы формирования изображения — от генерации рентгеновского излучения до реконструкции томограммы
2. Эволюция и классификация КТ-аппаратов: поколения томографов (от трансляционно-ротационных до многодетекторных систем), типы установок (односрезовые, мультисрезовые, спиральные, конусно-лучевые), особенности современных низкодозовых и ультрабыстрых КТ-систем
3. Преимущества КТ перед традиционной рентгенографией: устранение эффекта суперпозиции, высокое пространственное разрешение, возможность трёхмерной визуализации и количественной оценки плотности тканей по шкале Хаунсфилда
4. Мультисрезовая компьютерная томография (МСКТ): принцип одновременного получения множества срезов за один оборот гентри,

повышение скорости сканирования и качества изображения;  
противопоказания — в первую очередь связаны с лучевой нагрузкой и использованием контрастных препаратов

5. Контрастная МСКТ: показания к применению, виды йодсодержащих контрастных средств (низко- и изоосмолярные), пути введения (болюсное, капельное, пероральное); противопоказания — аллергия в анамнезе, тяжёлая почечная недостаточность, гипертиреоз, беременность
6. Неотложная помощь при побочных реакциях на йодсодержащие контрастные препараты: классификация реакций (лёгкие, средней тяжести, анафилактические), алгоритмы первой помощи, профилактика осложнений и роль премедикаментозной подготовки

## **ДИДАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ**

### **Содержание учебного материала**

Метод рентгеновской компьютерной томографии (КТ). Структурная схема и основные элементы компьютерного томографа. Последовательное, спиральное и мультиспиральное сканирование. Матрица изображения. Увеличение изображения. Поле обзора. Единицы Хаунсфилда. Усреднение частичного объема. «Окно» изображения (ширина, уровень). Координаты изображения. Мультипланарное и трехмерное преобразование изображения. Качество изображения: пространственное и контрастное разрешение. Шум. Контроль качества изображения. Артефакты изображения. Архивация изображения на электронных и твердых носителях.

Топограмма. Выбор параметров исследования: толщина слоя, расстояния между слоями, мА, кВ, время сканирования, математический алгоритм. Мультислайсовая компьютерная томография всего тела.

Методика прямого и непрямого контрастирования при КТ, показания и противопоказания. Виды контрастных веществ, их дозировка и способы введения. Реакции и осложнения при применении контрастных препаратов. Меры по предотвращению и лечению реакций и осложнений.

Биопсия и дренирование под контролем КТ. Роль КТ в планировании лучевой терапии новообразований. Радиационная защита при КТ, дозовые нагрузки.

Подготовка пациентов к различным видам КТ-исследований. Премедикация пациентов. Основные укладки. Протокол исследования



головного мозга. Протокол исследования височных костей. Протокол исследования орбит. Протокол исследования шеи. Протокол исследования позвоночника (шейный и поясничный отдел). Протокол исследования грудной клетки. Протокол исследования молочных желез. Протокол исследования брюшной полости. Протокол исследования малого таза. Протокол исследования артерий нижних конечностей. Протокол исследования сердца.

### **Основные исторические вехи**

#### **1. Предпосылки создания КТ**

*Рентгеновские лучи:* В 1895 году немецкий физик Вильгельм Рентген открыл рентгеновское излучение, что положило начало использованию рентгеновских снимков в медицине. Однако классическая рентгенография давала только двухмерное изображение, на котором структуры накладывались друг на друга.

*Математические основы:* В 1917 году австрийский математик Иоганн Радон разработал теорию, которая позволяет восстанавливать трехмерные объекты по их проекциям. Этот принцип лег в основу будущей реконструкции изображений в КТ.

#### **2. Появление идеи компьютерной томографии**

В 1960-х годах английский инженер Годфри Хаунсфилд (Godfrey Hounsfield), работавший в компании EMI, начал исследования в области улучшения качества рентгеновских изображений. Он предложил использовать множество рентгеновских лучей, проходящих через тело под разными углами, чтобы получить более точную информацию о внутренней структуре. Параллельно с этим американский физик Аллан Кормак (Allan Cormack) разрабатывал математические методы для реконструкции изображений на основе данных, полученных при сканировании. Эти работы стали теоретической основой для создания КТ.

#### **3. Первый КТ-сканер**

В 1971 году Годфри Хаунсфилд представил первый в мире компьютерный томограф, предназначенный для исследования головного мозга. Этот аппарат был установлен в больнице Аткинсон Морли в Лондоне.

Сканирование одного среза занимало около 5 минут, а обработка данных — еще несколько часов. Тем не менее, качество получаемых изображений значительно превосходило возможности обычной рентгенографии.

#### 4. Признание и развитие технологии

В 1979 году Годфри Хаунсфилд и Аллан Кормак были удостоены Нобелевской премии по физиологии и медицине за разработку компьютерной томографии.

В 1970-х годах начали появляться КТ-сканеры для исследования других частей тела, таких как грудная клетка, живот и конечности.

Технология быстро развивалась: появились спиральные КТ-сканеры (1980-е годы) и многослойные (мультидетекторные) системы (1990-е годы), которые позволяют получать изображения всего тела за считанные секунды.

**Рентгеновская компьютерная томография (РКТ)** — это современный метод послойного исследования внутренних структур человеческого тела, который позволяет получить детальное изображение органов и тканей в аксиальной (поперечной) проекции.

В настоящее время существуют 2 технологии сканирования (обычная и спиральная). *Традиционная томография* предполагает обязательную остановку после каждого цикла вращения. *Спиральное* заключается в одновременном выполнении 2 процедур: непрерывного вращения трубки и поступательного непрерывного движения стола. Траектория движения луча имеет форму спирали.

#### **Принцип работы РКТ**

Тонкий коллимированный пучок рентгеновского излучения проходит через исследуемую часть тела под разными углами. В процессе сканирования измеряются коэффициенты поглощения рентгеновских лучей различными тканями организма.

Полученные данные передаются на компьютер, где специальные алгоритмы обрабатывают их для формирования цифрового изображения.

#### **Основные этапы исследования**

##### **1. Сканирование:**

- Пациент помещается на подвижный стол, который перемещается через кольцевую часть томографа (гентри).
- Рентгеновская трубка и детекторы вращаются вокруг пациента, создавая множество проекций под разными углами.

##### **2. Сбор данных:**

- Детекторы регистрируют интенсивность рентгеновского излучения после его прохождения через тело.
- Каждый элемент данных соответствует определенному участку тела и его коэффициенту поглощения.

### 3. Обработка данных:

- Компьютерная система использует сложные алгоритмы (например, обратное преобразование Радона) для реконструкции изображений.
- На основе собранных данных формируются цифровые изображения в виде срезов.

### 4. Анализ изображений:

- Врач-рентгенолог оценивает полученные срезы для выявления патологий, таких как опухоли, травмы, воспаления или кровоизлияния.

## Современные рентгеновские компьютерные томографы состоят из:

- сканирующей системы (рентгеновская трубка и детекторы);
- высоковольтного генератора (источник питания на 140 кВ и с силой тока до 200 мА);
- пульта управления (клавиатура управления, монитор);
- компьютерной системы, предназначенной для предварительной обработки поступающей от детекторов информации и получения изображения с оценкой плотности объекта.

### Особенности изображений КТ:

**Послойное исследование:** Возможность получения множества срезов толщиной от нескольких миллиметров до долей миллиметра.

**Высокая точность:** Благодаря использованию тонкого коллимированного пучка и компьютерной обработки, РКТ обеспечивает высокое разрешение изображений.,

**Цифровой формат:** Изображения сохраняются в цифровом виде, что позволяет легко архивировать, передавать и анализировать их.

### Преимущества КТ перед обычным R-исследованием:

—

## **1. Послойное изображение**

- **Обычный рентген:** создает двухмерное изображение, где структуры накладываются друг на друга, что затрудняет диагностику.
- **КТ:** предоставляет послойные срезы тела (аксиальные, корональные, сагиттальные), позволяя четко видеть внутренние органы и ткани без наложения.

## **3. Высокая детализация**

- **Обычный рентген:** имеет ограниченное разрешение, особенно при исследовании мягких тканей.
- **КТ:** обеспечивает высокую детализацию как плотных (кости), так и менее плотных (легкие, сосуды) структур благодаря использованию тонкого коллимированного пучка рентгеновского излучения.

## **3. Отсутствие эффекта суммации**

- **Обычный рентген:** Изображение формируется за счет наложения теней от различных анатомических структур, что снижает информативность.
- **КТ:** благодаря математической реконструкции данных, каждое изображение показывает только один слой тела, исключая эффект наложения.

## **4. Трехмерная реконструкция**

- **Обычный рентген:** позволяет получить только плоское изображение.
- **КТ:** Данные можно обрабатывать для создания трехмерных моделей органов или участков тела, что особенно полезно для хирургического планирования и оценки сложных анатомических взаимоотношений.

## **5. Более широкие диагностические возможности**

- **Обычный рентген:** Ограничен в выявлении мелких патологий, таких как микропереломы, очаговые изменения в легких или мелкие опухоли.
- **КТ:** выявляет даже небольшие патологии.

## **6. Исследование мягких тканей и сосудов**

- **Обычный рентген:** плохо визуализирует мягкие ткани (мышцы, связки, внутренние органы).
- **КТ:** с помощью контрастных веществ можно четко изучить состояние сосудов, внутренних органов и мягких тканей.

## **7. Скорость исследования**

- **Обычный рентген:** может потребовать дополнительных проекций или повторных снимков для уточнения диагноза.
- **КТ:** современные спиральные и мультисрезовые томографы позволяют провести сканирование всего тела за несколько минут. Это особенно важно в экстренных случаях, таких как травмы или инсульт.

## 8. Более точная диагностика сложных случаев

- **Обычный рентген:** может быть недостаточным для диагностики сложных состояний, таких как переломы позвоночника, внутричерепные кровоизлияния или поражения внутренних органов.
- **КТ:** позволяет точно оценить характер и локализацию патологии.

## 9. Минимальная зависимость от человеческого фактора

- **Обычный рентген:** Качество изображения во многом зависит от правильности установки пациента и выбора проекции.
- **КТ:** Автоматизированный процесс сканирования и реконструкции данных снижает вероятность ошибок.

## 10. Широкий спектр применения

- **Обычный рентген:** применяется в основном для исследования костей и легких.
- **КТ:** используется практически для всех областей тела:

**Противопоказания к КТ исследованиям:** делятся на абсолютные (когда исследование категорически запрещено) и относительные (когда исследование возможно только при наличии строгих показаний и учете рисков).

### *1. Абсолютные противопоказания*

Это ситуации, при которых проведение КТ невозможно из-за высокого риска для здоровья пациента:

*-Беременность*

*-Непереносимость контрастного вещества*

*-Тяжелая почечная недостаточность*

### *2. Относительные противопоказания*

Эти состояния не исключают возможность проведения КТ, но требуют особой осторожности и подготовки:

*-Детский возраст*

- *Ожирение* (Большинство КТ-сканеров имеют ограничение по весу пациента)
- *Состояние после трансплантации органов* (Контрастное вещество может увеличить нагрузку на трансплантированные почки или другие органы).
- *Нарушение функции щитовидной железы*
- *Психические расстройства или клаустрофобия*

### **Показания к проведению**

МСКТ – универсальный метод лучевого исследования:

- головы (мозг, мозговой и лицевой череп, сосуды),
- шеи (мягкие ткани, сосуды),
- осевого скелета и аппендикулярного скелета,
- грудной клетки (костный остов, легкие, органы средостения, сосуды),
- органов брюшной полости и забрюшинного пространства (печень, поджелудочная железа, селезенка, почки, надпочечники, сосуды),
- органов малого таза,
- мышц.

### **Основные термины, используемые при описании результатов КТ исследования:**

- гиперденсный (выглядит белым/светлым) – участок, обладающий высокой способностью поглощать рентгеновские лучи (например, кость, свежая кровь);
- гиподенсный (выглядит темным/черным) – участок, свободно пропускающий рентгеновские лучи (например, газ, ликвор, жир, область отека);
- изоденсный – участок со средней способностью поглощать рентгеновские лучи (например, мышечная ткань).

### **Специальные методы МСКТ**

**МСКТ исследования с контрастным усилением** — это метод, который значительно повышает информативность исследования за счет усиления визуализации сосудов, полых органов и тканей. Существует два основных типа контрастирования: прямое и непрямое.

*Прямое контрастирование* подразумевает введение контрастного вещества непосредственно в исследуемую полость или орган.

- *Ретроградная урография.*

-Фистулография.

-Артроскопия.

*Непрямое контрастирование* предполагает введение контрастного вещества в кровеносное русло или желудочно-кишечный тракт, после чего оно распространяется по организму с током крови или жидкости.

-Внутривенное контрастирование.

-Пероральное контрастирование.

### **Виды контрастных веществ**

*Контрастные вещества делятся на группы:*

- Йодсодержащие контрастные средства
- Барийсодержащие контрастные средства
- Газовые контрастные средства

### **Дозировка и способы введения контрастных веществ**

#### *Дозировка*

- Внутривенное введение:
  - Обычная доза: 1–2 мл/кг массы тела.
  - Максимальная доза: до 150 мл за одну процедуру.
- Пероральное введение:
  - Объем: 500–1000 мл раствора бария или разведенного йодсодержащего контраста.
  - Время приема: за 1–2 часа до исследования.

#### *Способы введения*

- Внутривенно
- Перорально
- Прямое введение

### **Реакции и осложнения при применении контрастных препаратов**

#### *Легкие реакции*

- Тошнота, рвота.
- Головная боль, головокружение.
- Легкая крапивница.

#### *Средние реакции*

- Бронхоспазм (затрудненное дыхание).
- Артериальная гипотензия (снижение давления).
- Отек лица или гортани.

#### *Тяжелые реакции*

- Анафилактический шок.

- Отек Квинке.
- Острая почечная недостаточность.

### **Меры по предотвращению и лечению реакций**

#### *Профилактика*

- Тщательный сбор анамнеза (аллергия, заболевания почек, сердца).
- Проведение проб на чувствительность к контрастному веществу.
- Предварительное введение антигистаминных препаратов и кортикостероидов (при наличии аллергии).
- Гидратация пациента до и после исследования.

#### *Лечение реакций*

- Легкие реакции:
  - Антигистаминные препараты (дифенгидрамин).
  - Противорвотные средства (метоклопрамид).
- Средние реакции:
  - Глюкокортикоиды (преднизолон).
  - Бронходилататоры (сальбутамол).
- Тяжелые реакции:
  - Адреналин (0,3–0,5 мл 0,1% раствора внутримышечно или подкожно).
  - Инфузионная терапия (физиологический раствор).
  - При анафилактическом шоке: немедленный вызов реанимационной бригады.