

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

Кафедра лучевой диагностики с курсом ФПКиП

Авторы:

А.М.Юрковский, зав. кафедрой, доктор мед. наук, доцент
--

М.А. Лихачевская, 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 от № 1) 28 августа 2025.

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. Изучить организацию работы отделений (кабинетов) лучевой диагностики (рентгеновских кабинетов и кабинетов компьютерной томографии).
2. Изучить принципы противолучевой защиты и меры охраны труда при диагностическом использовании рентгеновского излучения.
3. Изучить структурную схему и основные элементы рентгенодиагностического аппарата.
4. Изучить способы получения и регистрации рентгенограмм. Научиться анализировать обычные рентгенограммы: определять объект исследования, субстраты с различной плотностью,
5. Ознакомиться с понятием жесткость и мягкость изображений, с режимами выполнения снимков.
6. Ознакомиться с работой фотолаборатории.
7. Аналоговое и цифровое изображение в рентгенологии.
8. Основные методы диагностики в рентгенологии.
9. Изучить способы искусственного контрастирования различных органов при лучевых исследованиях (рентгеноконтрастные средства (позитивные и негативные), ионные и неионные контрастные средства). Противопоказания к введению контрастных веществ.

10. Оказание первой помощи при возникновении реакций на введение контраста
11. Ознакомиться с основными принципами радиационной безопасности.

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
2. Рентгенологический метод исследования. Принцип получения изображений.
3. Виды рентгенологических исследований. Основные этапы получения изображения. Принцип получения изображений.
4. Рентгеновская трубка. Усиливающие экраны. Отсеивающая решетка.
5. Разновидности рентгеновских аппаратов, развитие метода, появление новых современных методов диагностики.
6. Особенности теневого рентгеновского изображения.
7. Преимущества рентгенографии, отличие от рентгеноскопии. Аналоговое и цифровое изображение.
8. Показания и противопоказания к использованию метода.
9. Специальные методы рентгенологических исследований с введением контрастных веществ. Противопоказания к введению контрастных веществ.
10. Оказание первой помощи при возникновении реакций на введение контраста.
11. Основные принципы радиационной безопасности.

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-З.

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

Методы лучевой диагностики. Основные критерии, объединяющие и отличающие эти методы друг от друга. Общие принципы лучевой диагностики. Основные, частные, специальные методы рентгенологических исследований. Свойства рентгеновских лучей.

Классификация рентгеновских медицинских аппаратов: аппараты для диагностики и лечения, стационарные рентгенодиагностические комплексы, передвижные, разборные и переносные аппараты, аппараты специального назначения (для ангиографии, стоматологии, маммологии). Томографическая и флюорографическая аппаратура. Структурная схема и основные элементы рентгеновского аппарата. Конструкция рентгеновской трубки.

Рентгеновское питающее устройство. Реле времени. Диафрагмы, тубусы, фильтры. Рентгеновские отсеивающие растры и решетки. Рентгенографические кассеты. Приемники рентгеновского изображения. Усиливающие экраны. Усилитель рентгеновского изображения: устройство и принцип действия.

Фотохимическое действие рентгеновского излучения. Растворы для ручного и автоматического проявления. Устройство и оборудование фотолаборатории. Устройства для обработки пленки вручную, проявочные автоматы, сушильные шкафы. Организация сбора и сдачи серебросодержащих отходов.

Показания и противопоказания к рентгенологическому исследованию. Порядок назначения рентгенологического исследования. Формирование рентгеновского изображения и его особенности (суммационный характер, суперпозиция и субтракция теней, тангенциальный эффект, проекционное искажение величины, формы и размеров объекта).

Рентгенография, виды рентгенографии. Рентгеноскопия, виды

рентгеноскопии. Рентгенографические цифровые преобразователи. Способы получения цифровых изображений в рентгенологии. Дигитальная субтракционная рентгенография. Особенности рентгенографии в операционной, в отделении реанимации, у постели пациента.

Типы контрастных веществ. Инструктирование пациента перед приемом (введением) контрастного вещества (подготовка, диета, лекарственные средства). Пути введения контрастного вещества. Реакции и осложнения после введения контрастных веществ. Меры по предотвращению и лечению системных реакций и осложнений.

Радиационная защита пациентов и медицинских работников при рентгенологических исследованиях, при рентгенографии. Основные принципы радиационной защиты.

Методы и средства лучевой диагностики

К методам лучевой диагностики относятся:

1. Рентгенологический метод (рентгенодиагностика).
2. Рентгеновская компьютерная томография (КТ).
3. Магнитно-резонансная томография (МРТ).
4. Ультразвуковой метод (ультразвуковая диагностика).
5. Радионуклидный метод (сцинтиграфия, однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ). Позитронная эмиссионная компьютерная томография (ПЭТ-КТ).

Все эти лучевые системы можно представить в виде принципиальной схемы: источник излучения → объект (пациент) → детектор излучения → блок преобразования → синтезатор изображения → врач.

Основные критерии, отличающие один метод от другого:

1. Методология получения диагностических изображений.
2. Закономерности формирования изображений (скиалогия).
3. Лучевые симптомы патологических изменений.
4. Принципы и особенности интерпретации данных (лучевая семиотика).
5. Принципы дифференциальной диагностики.

Общий критерий: применение различных излучений для неразрушающего и дистанционного изучения строения и функции органов и систем. Различают ионизирующие и неионизирующие методы.

Общие принципы лучевой диагностики

1. Обоснованность назначений.
2. Использование наиболее информативных и минимально инвазивных методик для получения максимально возможной по полноте и качеству информации.

3. Своевременность проведения.
4. Экономическая целесообразность.
5. Максимально возможное снижение доз облучения.

1.1 Рентгенологический метод исследования.

8 ноября 1895 года профессор физики Вюрцбургского университета Вильгельм Конрад Рентген открыл новые лучи – X-лучи. Первое сообщение В.К.Рентгена «О новом виде лучей» было опубликовано в январе 1896 г. В трех последующих публичных докладах в 1896-1897 гг. были описаны все выявленные им свойства неизвестных лучей.

В 1901 г. В.К.Рентген первым среди физиков за свое открытие был удостоен Нобелевской премии, которая была ему вручена в 1909 г. Решением 1 Международного съезда по рентгенологии в 1906 году X-лучи были названы рентгеновскими. В некоторых странах их продолжают называть X-лучами.

Выделяют следующие методы рентгенологического исследования

- основные
- специальные,
- частные.

Основные методы:

- рентгенография,
- рентгеноскопия,
- рентготелевизионное 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.

Рентгеновская техника.

Рентгенодиагностический аппарат - комплекс технических устройств, обеспечивающий рентгенологическое исследование и объединяющий штатив для пациента, рентгеновский излучатель, рентгеновское питающее устройство, устройства для формирования рентгеновского излучения и приемники излучения.

Диагностические аппараты разделяются на аппараты общего назначения и специализированные: для детального исследования определенных органов и систем (череп, зубо-челюстная система, молочная железа, мочеполовая система и др.) или с помощью конкретной методики (флюорография, томография, ангиография).

Оснащенность рентгеновской техникой, тип оборудования и стоимость зависит от уровня учреждения, от направленности клиники, от уровня обеспеченности лечением.

Рентгенодиагностический кабинет – совокупность специально оборудованных помещений, отвечающих требованиям радиационной безопасности и оснащенных рентгенодиагностическими аппаратами.

Начнем с рентгенодиагностических комплексов общего назначения. В рентгенокабинете обычно имеется рентгеновский аппарат с 2 рабочими местами: 1 место - рабочее место врача, представлено рентгеновским аппаратом для рентгеноскопии с поворотным столом – штативом. 2 место – представлено аппаратом для рентгенографии. К тому же там дополнительно имеется стойка – вертиграф для выполнения снимков в вертикальном положении, томографическая приставка для линейной томографии. У этих аппаратов общий пульт управления, находящийся в пультровой комнате.

Рентгеновская трубка представляет собой вакуумную колбу из прочного стекла, в которую впаяны с 2 концов электроды: катод и анод. Катод - тонкая спираль, анод - диск с тугоплавкого материала со скошенной поверхностью. При подаче небольшого напряжения на катод, спираль нагревается и вокруг нее образуется небольшое облачко электронов (электронная эмиссия). При подаче высокого напряжения свободные электроны устремляются к аноду и с большой силой ударяются о его поверхность, происходит их торможение, превращение высокой кинетической энергии в тепловую (более 99%). Анод сильно нагревается (для предотвращения его от перегрева требуется охлаждение, вращение его с большой скоростью). Лишь небольшой процент энергии превращается в рентгеновское излучение. Это рентгеновское излучение, полученное при торможении, называется тормозным (первичным). Длина волны рентгеновских лучей зависит от скорости электронов. Чем больше скорость, тем меньше длина волны, тем больше проникающая способность. Изменяя напряжение на трансформаторе можно регулировать длину волны, изменять проникающую способность, формировать жесткое или мягкое излучение.

Другой тип рентгеновского излучения на трубке – характеристическое (вторичное), оно возникает в результате изменения во внутренних слоях атома, зависит от материала анода. Находится в диапазоне мягкого излучения, его нельзя изменять и создавать определенные параметры. В целях диагностики не используется.

Рентгеновский аппарат питается от городской сети переменным током. Питающее устройство повышает напряжение до 40–150 кВ и уменьшает пульсацию, в некоторых аппаратах ток практически постоянный. От

величины напряжения зависит качество рентгеновского излучения, его проникающая способность.

Попадание рассеянного излучения на воспринимающее устройство приводит к появлению на изображении неструктурного затемнения, снижающего контрастность (поэтому для уменьшения такого эффекта перед детектором устанавливается отсеивающая решетка). Отсеивающую решетку в 1912 году изобрёл Густав Баки (Gustav Peter Bucky). Это система тонких свинцовых пластин, через которые проходят лучи.

Для уменьшения рассеивающего излучения на выходе из трубки обязательно устанавливается общий фильтр, эквивалентный 4 мм алюминия; выполняются определенные условия при производстве снимков (диафрагмирование, использование тубусов).

Приемниками рентгеновского излучения являются рентгеновская пленка, флюоресцирующий экран, системы цифровой рентгенографии, а в КТ – специальные детекторы.

Рентгенография — фотосъемка, это метод исследования посредством рентгеновских лучей анатомо-морфологических особенностей по негативному проекционному (суммационному) изображению исследуемого объекта на светочувствительном материале (например, рентгеновской пленке). В конечном итоге, предметом изучения в рентгенологии является теневое изображение.

Основные особенности рентгеновского изображения

1. Изображение теневое, складывается из многих темных и светлых участков – соответственно областям неодинакового ослабления рентгеновых лучей в разных частях объекта.
2. Размеры рентгеновского изображения увеличенные, зависят от кожно-фокусного расстояния и от расстояния между объектом и пленкой. Только на КТ и при телерентгенографии, когда кожно-фокусное расстояние довольно большое и лучи становятся почти параллельными, размеры приближаются к истинным.
3. Изображение прямое (зеркальное). Когда объект и пленка не в параллельных плоскостях, изображение искажается.
4. Изображение плоскостное.
5. Изображение суммационное (кроме томографии). Следовательно, рентгеновские снимки должны быть произведены не менее, чем в двух взаимно перпендикулярных проекциях.
6. Негативное изображение при рентгенографии и КТ, позитивное изображение при рентеноскопии.

Основные характеристики рентгеновского изображения:

- 1) оптическая плотность (интенсивность почернения),
- 2) контрастность (разница почернения соседних участков),
- 3) резкость (переход от одного почернения к другому).

При рентгенографии снимаемый объект должен находиться в тесном соприкосновении с кассетой, заряженной пленкой. Рентгеновское излучение, выходящее из трубки, направляют перпендикулярно на центр пленки через середину объекта (расстояние между фокусом и кожей больного в обычных условиях работы 60-100 см).

Необходимым оснащением для рентгенографии являются кассеты с усиливающими экранами, отсеивающие решетки и специальная рентгеновская пленка. Кассеты делаются из светонепроницаемого материала и по величине соответствуют стандартным размерам выпускаемой рентгеновской пленки (13 × 18 см, 18 × 24 см, 24 × 30 см, 30 × 40 см и др.). Использование усиливающих экранов сокращает в значительной степени время экспозиции при рентгенографии.

При производстве снимков устанавливаются режимы съемки: напряжение на трубке (kV), экспозиция (произведение силы тока на время - maS), кожно-фокусное расстояние. Каждый лаборант имеет таблицу режимов. При наличии экспонометров вопрос решается проще.

Рентгенологический экспонометр - это автоматическое реле экспозиции, встраиваемое в рентгенодиагностический аппарат. В большинстве случаев детектором является встроенная между растром (отсеивающей решеткой) и кассетой ионизационная камера, это дает возможность измерить дозу излучения, на основании чего регулируется выдержка.

Обработка заснятых пленок, заправка кассет проводится в фотолаборатории. К оснащению фотолаборатории, к освещению предъявляются особые требования: разные типы пленок по-разному относятся к освещению, некоторые обрабатываются в полной темноте, другие - при неактивном фотофонаре. Ручная обработка пленки сводится к проявлению, промывке в воде, закреплению и тщательной промывке пленки в текучей воде с последующей сушкой. Сушка пленок проводится в сушильных шкафах, что занимает не менее 15 мин., или происходит естественным путем.

Растворы (проявитель, фиксаж, регенерирующие растворы) готовит лаборант согласно инструкции. Какие ошибки могут быть? Снимок недопроявлен или перепроявлен. Для того, чтобы не было ошибок, и процесс можно было бы вести по времени нахождения в растворе, необходимы качественные растворы, выдержана температура обработки и оптимальные режимы производства снимков. Рассчитывается, какое количество пленки (в квадратных метрах) могут обработать растворы. Особое значение придается фиксажу; после фиксирования соли серебра уходят в раствор, поэтому фиксаж после отработки сдается на серебро в специальных пунктах. Ведется строгий отчет по серебросодержащим отходам.

В настоящее время используются проявочные машины, где происходит процесс обработки пленки автоматически, снимки получают сразу после исследования.

Преимущества рентгенографии:

1. Важное преимущество рентгенографии - высокое пространственное разрешение, доступность, устраняет недостатки рентгеноскопии.
2. Доза ионизирующего излучения ниже, чем при рентгеноскопии и рентгеновской компьютерной томографии.
3. Рентгенографию можно производить как в рентгеновском кабинете, так и непосредственно в операционной, перевязочной, гипсовальной или даже в палате (с помощью передвижных рентгеновских установок).
4. Рентгеновский снимок является документом, который может храниться длительное время. Его могут изучать многие специалисты.

Недостаток: исследование статическое, отсутствует возможность оценки движения объектов в процессе исследования, суммационный эффект, небольшая разница в различии структур, малоотличающихся по плотности, лучевая нагрузка.

Предназначение рентгенографии:

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

Основное противопоказание рентгенологического метода - беременность. При беременности исследование проводится по жизненным показаниям или при возможности заменяется другими альтернативными методами.

Обычные рентгенограммы – это аналоговые изображения, они несут информацию непрерывного характера. Цифровые изображения получают с помощью компьютера. Они имеют ячеистую структуру (матрицу), представленную в памяти ЭВМ. Все цифровые технологии и методики на начальном этапе являются аналоговыми. При помощи специальных устройств (аналого-цифровых преобразователей) вышеуказанная аналоговая информация превращается в цифровую. Цифровые изображения обладают свойством дискретности. Поскольку в основе цифровых изображений лежит компьютерная технология, они становятся доступными для обработки на ЭВМ. Цифровое изображение формируется на дисплее, оно может трансформироваться в аналоговое изображение при помощи цифроаналоговых преобразователей.

Преимущества цифровой рентгенографии:

- снижение дозовых нагрузок на пациентов и медицинский персонал;
- экономичность в эксплуатации (во время съемки сразу получают изображение, отпадает необходимость использования рентгеновской пленки, других расходных материалов);
- высокая производительность (около 120 изображений в час);
- цифровая обработка изображений улучшает качество снимка и тем самым повышает диагностическую информативность цифровой рентгенографии;

- дешевое цифровое архивирование;
- быстрый поиск рентгеновского изображения в памяти ЭВМ;
- воспроизведение изображения без потерь его качества;
- возможность объединения в единую сеть различного оборудования отделения лучевой диагностики;
- возможность интеграции в общую локальную сеть учреждения («электронная история болезни»);
- возможность организации удаленных консультаций («телемедицина»).

Рентгеноскопия.

Рентгеноскопия – просвечивание органов и систем с применением рентгеновских лучей. Рентгеноскопия – анатомо-функциональный метод, который предоставляет возможность изучения нормальных и патологических процессов и состояний организма в целом, отдельных органов и систем, а также тканей по теневой картине флюоресцирующего экрана.

Преимущества:

1. Позволяет исследовать больных в различных проекциях и позициях, в силу чего можно выбрать положение, при котором лучше выявляется патологическое образование.
2. Возможность изучения функционального состояния ряда внутренних органов: легких, при различных фазах дыхания; пульсацию сердца с крупными сосудами.
3. Тесное контактирование врача-рентгенолога с больными позволяет дополнить рентгенологическое исследование клиническим (пальпация под визуальным контролем, целенаправленный анамнез) и т.д.

Недостатки: сравнительно большая лучевая нагрузка на больного и обслуживающий персонал; свечение обычного экрана слабое; мелкие детали дифференцируются недостаточно четко; работа проходит в темном кабинете, для возможности визуализировать полученную картину необходима длительная адаптация для глаза врача; малая пропускная способность за рабочее время врача.

В качестве усовершенствованного метода рентгеноскопии теперь применяют **рентгенотелевизионное просвечивание с электронно–оптическим преобразованием**. Работа электронно–оптического преобразователя (ЭОП) основана на принципе преобразования рентгеновского изображения в электронное с последующим его превращением в усиленное световое. Яркость свечения экрана усиливается до 7 тыс. раз. Применение ЭОП позволяет различать детали величиной 0,5 мм, т.е. в 5 раз более мелкие, чем при обычном рентгеноскопическом

исследовании. При использовании этого метода может применяться рентгенокинематография, т.е. запись изображения на кино- или видеопленку.

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 холангиографии);

в кардиологии (при ангиокардиографии, коронарографии, как средство контроля за катетером);

при катетеризации и эмболизации сосудистых образований;

при исследовании желчевыводящих путей;

ретроградная эндоскопическая холангиография, операционной холангиография и др.

Электрорентгенография — метод рентгенографии, основанный на сухом (физическом) способе фотографирования, приемником служит тонкий слой селена, нанесенный на алюминиевую или латунную пластинку. Принцип метода: при попадании рентгеновских лучей на селеновую пластину в ней меняется электрический потенциал. Формируется скрытое электростатическое 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. Предназначение метода: исследование костей и суставов, особенно в травмопунктах.

Преимущество электрорентгенографии:

1. Быстрота.
2. Экономичность.

Недостатки:

1. недостаточно высокая разрешающая способность при исследовании внутренних органов;
2. более высокая, чем при рентгенографии лучевая нагрузка
3. 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). Метод не получил широкого распространения.

Частные рентгенологические методы

Флюорография — способ массового поточного рентгенологического обследования, состоящий в фотографировании рентгеновского изображения с просвечивающего экрана на пленку фотоаппаратом. Обязательному флюорографическому обследованию подлежат определенные контингенты лиц с разной периодичностью. Дети до 16 лет, беременные не подлежат профилактическому обследованию.

Томография (обычная) – используется для устранения суммационного характера рентгеновского изображения. Принцип: в процессе съемки рентгенологическая трубка и кассета с пленкой синхронно перемещаются в разных направлениях относительно больного. В результате на пленке получается более четкое изображение только тех деталей, которые лежат в плоскости объекта на заданной глубине, изображение деталей, расположенных выше и ниже, становится нерезким, «размазывается».

Полиграфия – это получение нескольких изображений исследуемого органа или его части на одной рентгенограмме. Делается несколько снимков (в основном 3) на одной пленке через определенное время.

Рентгенокимография – это способ объективной регистрации сократительной способности мышечной ткани функционирующих органов по изменению контура изображения. Снимок производится через движущуюся щелевидную свинцовую решетку. При этом колебательные движения органа фиксируются на пленку в виде зубцов, имеющих характерную форму для каждого органа. В настоящее время последние 2 метода редко используются.

Специальные методы.

К специальным методикам относятся:

- Методики, которые позволяют получать изображение на специальных установках для исследования определенных органов (маммография, ортопантомография).
- большая группа рентгеноконтрастных исследований. Необходимость изучения рентгеновскими лучами органов и систем, имеющих одинаковую плотность, привело к созданию методики искусственного контрастирования. Сущность этих методик заключается во введении в исследуемый орган, в полость или в сосуд искусственных контрастных веществ, т.е. веществ, имеющих плотность, отличающуюся от плотности органа и окружающей его среды. Методика “усиления” осуществляется перфузионным или инфузионным введением контрастного вещества.

Рентгеноконтрастные средства (РКС) принято подразделять на вещества с высоким атомным весом (рентгено-позитивные контрастные вещества) и низким (рентгено-негативные контрастные вещества). Контрастные вещества должны быть безвредными.

Контрастные вещества, которые интенсивно поглощают рентгеновские лучи- позитивные рентгеноконтрастные средства. К ним относятся:

1. Взвеси солей тяжелых металлов – сернокислый барий, применяемый для исследования ЖКТ (он не всасывается и выводится через естественные пути).

2. Водные растворы органических соединений иода – урографин, верографин, билигнон, ангиографин и др., которые вводятся в сосудистое русло, с током крови попадают во все органы и дают, кроме контрастирования сосудистого русла, контрастирование других систем - мочевыделительной, желчного пузыря и т.д.
3. Масляные растворы органических соединений иода – иодолипол и др., которые вводятся в свищи и лимфатические сосуды.
4. Неионные водорастворимые иодосодержащие рентгеноконтрастные средства: ультравист, омнипак, оптирей, визипак, томогексол характеризуются отсутствием в химической структуре ионных групп, низкой осмолярностью, что значительно уменьшает возможность патофизиологических реакций, и тем самым обуславливается низкое количество побочных эффектов.

Рентгенонегативные или отрицательные контрастные вещества: воздух, газы. Они “не поглощают” рентгеновские лучи и поэтому хорошо оттеняют исследуемые органы и ткани, которые обладают большой плотностью.

Искусственное контрастирование по способу введения контрастных препаратов подразделяется на:

1. Введение контрастных веществ в полость исследуемых органов (самая большая группа). Сюда относятся исследования ЖКТ, бронхография, исследования свищей, все виды ангиографии.
2. Введение контрастных веществ вокруг исследуемых органов – ретропневмоперитонеум, пневморен, пневмомедиастинография.
3. Введение контрастных веществ в полость и вокруг исследуемых органов. Сюда относится париетография. Париетография при заболеваниях органов ЖКТ заключается в получении снимков стенки исследуемого полого органа после введения газа вначале вокруг органа, а затем в полость этого органа. Обычно проводят париетографию пищевода, желудка и толстой кишки. Теперь почти не используется в связи с появлением новых методов диагностики, позволяющим оценить толщину стенки полого органа.
4. Способ, в основе которого лежит специфическая способность некоторых органов концентрировать отдельные контрастные препараты и при этом оттенять его на фоне окружающих тканей. Сюда относятся выделительная урография, холецистография.
5. Ангиография. Метод введения рентгеноконтрастного вещества в артерии, применяется для визуализации аорты, сонных артерий, сосудов почек, системы легочной артерии и других крупных сосудов. Специальные методы исследования сосудов (коронарография, каротидная ангиография) высокоинформативны, но технически сложны и небезопасны. Для исследования сосудов применяются неионные иодосодержащие контрастные вещества. Для них характерна: лучшая переносимость, более четкое контрастирование, значительно меньший риск осложнений и аллергических реакций, возможность вводить более высокие объемы.

6. Болюсное контрастирование с введением неионных иодсодержащих контрастных веществ внутривенно используется при спиральной компьютерной томографии для получения изображения артерий и вен. Этот метод более подробно рассмотрим при знакомстве с КТ.

7. В зависимости от того, какие сосуды или протоки исследуются, методы получают аналогичное название: контрастирование вен - флебография, системы легочной артерии - ангиопульмонография, лимфатических протоков - лимфография, свищевых протоков - фистулография, желчных протоков - дуктография, кист - кистография.

8. Дигитальная субтракционная ангиография.

Дальнейшее совершенствование метода визуализации сосудов стало возможным при объединении рентгенографической техники с электронной и применение принципов субтракции («вычитания») и усиления изображения. В итоге был создан принципиально новый метод визуализации сердечно-сосудистой системы, получивший название дигитальной субтракционной ангиографии (DSA).

Метод основан на внутривенном или внутриартериальном введении небольших доз контрастного вещества и усилении изображения контрастированных сердца и сосудов за счет компьютерной обработки и субтракции (исключения) неконтрастированных изображений объектов, не имеющих диагностической ценности — скелета, мягких тканей. Высокая разрешающая способность изображений, полученных данным методом, позволяет использовать меньшие дозы рентгеноконтрастных препаратов, либо производить инъекцию контраста в отдаленном от интересующего объекта месте.

Принцип временной субтракции основывается на выполнении серии снимков за период с момента появления первой порции контрастного вещества до полного его исчезновения. Окончательное дифференцированное изображение формируется из разницы изображения с максимальной плотностью визуализации и «маски» — изображения с отсутствием контрастного вещества. Этот принцип положен в основу традиционной дигитальной ангиографии. Это интегральный метод.

В настоящее время существует значительное количество модификаций DSA, более глубокое понимание важно для специалистов этой области. Одним из достоинств DSA является малая лучевая нагрузка на пациента. В процессе сопоставления доз рентгеновского излучения при традиционной ангиографии и DSA, выполненных в одинаковых условиях (Гончар А. А., Гончар И. А., 5-ая больница г. Минск) получены результаты, подтверждающие уменьшение лучевой нагрузки. При обследовании больных с поражениями сонной артерии имели место двадцатикратное понижение лучевой нагрузки на костный мозг и хрусталик глаза и десятикратное — на щитовидную железу. При полипозиционном исследовании дуги аорты с помощью DSA было отмечено четырехкратное уменьшение дозы.

Отмечаются высокие диагностические возможности, и эксплуатационные преимущества этого метода.

Перед введением иодсодержащих контрастных веществ необходимо знать противопоказания: непереносимость на эти вещества, тяжелые поражения почек, печени с нарушением функции, гиперфункция щитовидной железы. Проводится инструктирование пациента перед приемом (введением) контрастного вещества, при необходимости проводится подготовка, диета, назначение или отмена некоторых лекарственных средств. Пациент дает письменное согласие на данное исследование.

При проведении рентгенологических исследований на пациента и персонал могут воздействовать вредные факторы. Соблюдение требований радиационной безопасности - обязательное условие проведения рентгенорадиологических исследований. Для обеспечения безопасности выполняются мероприятия по защите населения и персонала, входящие в систему радиационной безопасности

Общие принципы радиационной безопасности

- Принцип нормирования
- Принцип обоснования
- Принцип оптимизации

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).

На все виды лучевых исследований пациента направляет лечащий врач с учетом возможностей метода в конкретной ситуации, конкретный объем лучевого исследования определяет врач лучевой диагностики. В истории болезни указывается предварительный диагноз, цель и область исследования. Показания к исследованию определяются в тесном взаимодействии клинициста с лучевым диагностом. При всех видах рентгенологических исследований в рентгенокабинетах необходимо соблюдать основные принципы радиационной защиты от воздействия рентгеновских излучений.

1.Защита экранированием:

-стационарные средства: баритовая штукатурка стен кабинета, двери с листовым свинцовым покрытием, просвинцованное стекло в смотровых окнах;

-передвижные: защитные ширмы, также с листовым свинцовым покрытием;

-индивидуальные средства: фартуки, перчатки, колпаки и бахилы из просвинцованной резины для персонала и покрытие из просвинцованной резины для защиты наиболее чувствительных тканей пациента (перечислены выше) во время проведения различных методов рентгенодиагностики.

2.Защита расстоянием – расположение рабочих мест персонала с максимальным удалением их от источника излучения, максимально возможное расстояние между рентгеновской трубкой и кожей пациента (кожно-фокусное расстояние). Доказано, что с увеличением этого расстояния вдвое доза уменьшается вчетверо.

3.Защита временем, т.е. чем меньше время облучения, тем меньше доза.

В связи с этим существует строгая регламентация рабочего дня рентгенолога и время проведения рентгенодиагностических процедур. Постоянно осуществляется радиологический контроль, выполняются все защитные мероприятия по ограничению облучения как персонала, так и населения. Требуется обязательное исполнение всех нормативов, ограничений, приказов по радиационной безопасности. О дозах и всех защитных мероприятиях будем говорить несколько позже.

1.2. Компьютерная томография

Задачи практического занятия по основам компьютерной томографии:

1. Изучить организацию работы кабинетов компьютерной томографии.
2. Изучить принципы противолучевой защиты и меры охраны труда при проведении компьютерной томографии.
3. Изучить структурную схему и основные элементы компьютерного томографа.
4. Изучить способы получения и регистрации компьютерных томограмм.
5. Научиться анализировать компьютерные томограммы: определять объект исследования, субстраты с различной плотностью, познакомиться со шкалой Хаунсфильда.
6. Ознакомиться с основными элементами постпроцессинговой обработки компьютерных томограмм.
7. Изучить способы искусственного контрастирования различных органов при КТ. Контрастные средства для компьютерной томографии.

Контрольные вопросы:

- 1) Рентгеновская компьютерная томография. Основные этапы получения изображения. Принцип получения изображений.

- 2) Разновидности КТ-аппаратов, развитие метода , разновидности КТ-установок .
- 3) Преимущества КТ –изображений, отличие от обычного рентгенологического метода.
- 4) МСКТ (мультисрезовая компьютерная томография). Принцип получения изображения. Противопоказания к использованию метода.
- 5) МСКТ с введением контрастных веществ. Противопоказания к введению контрастных веществ. Виды контрастных МСКТ.
- 6) Оказание первой помощи при возникновении реакций на введение контраста.

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. «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.

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

Основные исторические вехи

1917 г.: Иоганн Карл Август Радон (Венский технический университет) разработал первые математические алгоритмы (преобразование

Радона), которые в последующем использовались для получения диагностических КТ-изображений.

1963 г.: Аллан Маклауд Кормак (Тафтский университет) повторно (но отличным от Радона способом) решил задачу томографического восстановления.

1969 г.: Годфри Ньюболд Хаунсфилд (фирма EMI) сконструировал первый компьютерный рентгеновский томограф для сканирование головы.

1971 г.: Клинические испытания первого РКТ (первое исследование головы длилось 9 часов).

1972 г.: Годфри Ньюболд Хаунсфилд на Конгрессе Британского Радиологического Института выступил с сенсационным сообщением «Рентгенология проникает в мозг».

В 1979 г.: Годфри Хаунсфильд и Аллен Кормак удостоены Нобелевской премии «За разработку компьютерной томографии».

Рентгеновская компьютерная томография (РКТ) — метод послойного исследования человеческого тела в аксиальной проекции тонким коллимированным пучком рентгеновского излучения с последующей компьютерной обработкой с помощью ЭВМ коэффициентов поглощения и последующим формированием на основе этих данных цифрового изображения.

Принцип метода.

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.

Основным результатом сканирования является регистрация детекторами ослабленного R-излучения и вычисление коэффициентов ослабления. Вычисленные коэффициенты ослабления выражаются в относительных единицах шкалы Хаунсфильда (HU). Например: 0 HU – коэффициент ослабления воды, -1000 HU (нижняя граница) – воздух, +1000 HU (верхняя граница) – компактный слой кости.

Естественно, весь диапазон плотностей одномоментно отобразить ни на пленке, ни на дисплее невозможно, поэтому во время исследования врач сам выбирает ограниченный диапазон на шкале Хаунсфильда — «окно», величина которого составляет несколько десятков единиц. Выбирается это «окно» в зависимости от планируемой зоны осмотра и предполагаемой

патологии. Например, легкие можно смотреть в «легочном окне», «мягкотканом окне», «костном окне». Правда при этом теряется информация о структурах, имеющих плотность, выходящую за пределы диапазона, однако структуры, имеющие близкую плотность, дифференцируются при этом лучше.

Построение изображения:

1-й этап: сканирование, просвечивание коллимированным пучком;

2-й этап: регистрация части излучения за объектом исследования с количественным обчислением коэффициента абсорбции;

3-й этап: машинный синтез полученных проекционных данных в процессе сканирования и реконструкция томографического слоя и его изображение на экране монитора.

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:

- срез получается без суммации изображений сопредельных структур,
- картина среза не зависит от сочетания различных плотностей,
- возможность получить количественную информацию в любой точке.

Разрешающая способность зависит от детекторов, матрицы, разницы поглощающей способности рядом расположенных структур. Для улучшения дифференциации разных структур используются дополнительные методики, основанные на внутривенном усилении, введении контрастных препаратов. При использовании контрастных веществ возрастает возможность более точно выявлять патологические образования, проводить дифференциальную диагностику.

Преимущества КТ перед обычным R-исследованием:

- позволяет дифференцировать отдельные ткани друг от друга: отличие по плотности в пределах 0,5-1-2 % (при рентгенографии этот показатель составляет 10–20 %);
- дает возможность получить точную количественную информацию

- о размерах и плотности отдельных органов, нормальных и патологических тканей;
- в отличие от обычной томографии КТ позволяет получить изображение органов и патологических очагов в плоскости исследуемого среза;
 - дает четкое изображение без наложения лежащих выше и ниже образований,
 - отсутствует суммационный эффект (на формирование изображения не оказывает влияние число, форма, объем и взаимное расположение тканей, через которые проходят рентгеновские лучи);
 - позволяет судить не только о состоянии изучаемого органа, но и взаимоотношении патологического процесса с окружающими органами и тканями (например, дает возможность определить инвазию опухоли в соседние органы, наличие других изменений).

Мультисрезовая спиральная компьютерная томография (МСКТ)

Технические особенности:

- непрерывное вращение трубки,
- непрерывное поступательное движение стола с пациентом,
- высокая скорость исследования.

Все вышеперечисленное:

- позволяет получить тонкий срез, объемное изображение,
- позволяет провести КТ- ангиографию,
- дает большие возможности постпроцессинговой обработки (т.е. возможность получать: изображения в любых плоскостях, трехмерную реконструкцию многоплоскостную реконструкцию, изображения оттененных поверхностей, проекции максимальных интенсивностей,
- получить за один оборот трубки 16-32-64-128 и более срезов (в зависимости от класса аппарата), что значительно ускоряет процесс исследования,
- дает возможность получить изображения более тонкого среза (0,5-1 мм).

Ограничения метода:

- наличие артефактов от образований высокой плотности, газов, движений;
- высокая лучевая нагрузка

Противопоказания к КТ исследованиям:

- беременность,
- клаустрофобия,
- крайне тяжелое состояние больного.

Показания к проведению КТ и МСКТ

МСКТ – универсальный метод лучевого исследования:

- головы (мозг, мозговой и лицевой череп, сосуды),
- шеи (мягкие ткани, сосуды),
- осевого скелета (позвонки, межпозвонковые диски) 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.

Показания к применению метода*

Череп и головной мозг:

- подозрение на объемный процесс,
- свежая травма и посттравматические изменения,
- контроль послеоперационных изменений,
- острое нарушение мозгового кровообращения

Органы грудной клетки:

- травма грудной клетки,
- ТЭЛА,
- для уточнения рентгеноморфологических особенностей легочного патологического субстрата,
- воспалительные, диссеминированные процессы, кистозно-буллезные изменения и бронхоэктазы,
- новообразования легких и средостения,
- для визуального контроля при установке катетера при бронхографии и ангиопульмонографии,
- МСКТ коронарокардиография,
- оценка проходимости шунтов,
- диагностика опухолей сердца и паракардиальных образований.

Органы брюшной полости и забрюшинного пространства:

- опухолевое поражение разных отделов ЖКТ,
- опухолевое поражение паренхиматозных органов брюшной полости,

- заболевания желчевыводящих путей,
- ретроградная эндоскопическая холангиография,
- заболевания мочевыводящих путей.

** Прим.: Проведение исследования должно быть показанным, целесообразным и давать информацию недостижимую другими методами исследования. Подробно показания будут рассмотрены при изучении конкретных тем.*

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 – способ улучшения дифференцировки органов друг от друга, а также нормальных и патологических структур, путем применения контрастных веществ.

Рентгеноконтрастные вещества (РКВ) – препараты, имеющие плотность, отличную от плотности окружающей их среды и применяемые для контрастного усиления при радиологических исследованиях. При КТ исследованиях используются неионные контрастные вещества (омнипак, оптирей, томогексол).

Цель применения РКВ:

- визуализация сосудистого русла,
- внутреннего рельефа органов пищеварительной и мочевыделительной систем,
- оценка характера накопления и выведения контрастного препарата паренхиматозными органами,
- оценка накопления контраста патологическими структурами (опухолями) и др.

РКВ подразделяются на вещества:

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

Пути введения РКВ:

- перорально (для контрастирования петель кишки – пероральный прием 3% йодсодержащего раствора в количестве до 0,5л за 1,5-10 часов до исследования (пероральный прием сульфата бария категорически противопоказан в день исследования и за неделю до исследования, так как наличие его в кишке дает выраженные артефакты и искажает картину). Иногда для контрастирования желудка и кишечника используется вода.
- внутривенно:
 - «ручное» внутривенное контрастирование (контраст вводится вручную процедурной медсестрой, время, скорость введения не регулируются, исследование начинается после введения контрастного вещества);
 - болюсное контрастирование (средняя скорость введения препарата 4–5 мл/сек), проводится с неионным йодсодержащим контрастным препаратом. Контрастный препарат вводится внутривенно с помощью шприца-инжектора с заданной скоростью. МСКТ аппараты дают возможность визуализировать органы или сосуды в периоды максимального контрастирования, позволяют разграничить артериальную и венозную фазы, фазу отсроченного контрастирования. Например, при исследовании печени через 20–30 секунд от начала введения регистрируется артериальная фаза, через 40-60 секунд — портовенозная фаза, через 180 секунд после начала введения — отсроченная фаза или иначе — фаза выведения. Чаще аппарат включается по достижению максимума контрастирования в точке интереса (в аорте или в вене). Это зависит от методики исследования

Противопоказания к введению РКВ:

- гипертиреоз,
- непереносимость йодсодержащих веществ,
- нарушение функции почек,
- выраженная сердечная недостаточность.

Побочное действие РКВ

По характеру и степени тяжести:

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.

Процесс КТ исследования в настоящее время, особенно с использованием современных МСКТ аппаратов, относительно быстрый, однако постпроцессинговая обработка, включающая много программ, занимает много времени.

Ограничения РКТ

Использование современной РКТ сопряжено со значительной лучевой нагрузкой на пациента, что приводит к увеличению коллективной (популяционной) эффективной дозы: например, при исследовании органов грудной клетки (25 слоев с шагом 8 мм) соответствует эффективной дозе 7,2 мЗв (для сравнения: доза при обычной рентгенографии в двух проекциях составляет 0,42 мЗв).

