

**ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава РФ
СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ**

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой лучевой
диагностики НГМУ

А. П. Дергилев

ТЕКСТЫ ЛЕКЦИЙ ПО ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКЕ

Новосибирск 2018

Рентгенологический метод.

Его место в лучевой диагностике

Перед врачом любой специальности, после обращения больного, стоят следующие задачи:

- определить норма это или патология,
- затем установить предварительный диагноз и
- определить порядок обследования,
- после чего поставить окончательный диагноз и
- назначить лечение, а по завершении которого обязательно
- проконтролировать результаты лечения.

Наличие патологического очага искусный врач устанавливает уже на основании анамнеза и осмотра больного, для подтверждения он использует лабораторные, инструментальные и лучевые методы обследования. Знания возможностей и основ интерпретации различных методов визуализации позволяют врачу правильно определить порядок обследования. В конечном результате – это назначение наиболее информативного обследования и верно установленный диагноз.

В настоящее время до 70% информации о патологическом очаге выдает
ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА!

Лучевая диагностика - это наука о применении различных видов излучений для изучения строения и функции нормальных и патологически измененных органов и систем человека.

Основная цель лучевой диагностики: ранее выявление патологических состояний, правильная их интерпретация, а также, контроль за процессом,

восстановления морфологических структур и функций организма в ходе лечения.

В основе данной науки лежит шкала электромагнитных и звуковых волн, которые расположены в следующем порядке - звуковые волны (в том числе УЗ-волны), видимый свет, инфракрасное, ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма-излучение. Необходимо отметить, что звуковые волны относятся к механическим колебаниям, для передачи которых необходима какая-либо среда.

При помощи данных лучей решаются следующие диагностические задачи: уточнение наличия и распространенности патологического очага; изучение размеров, структуры, плотности и контуров образования; определение взаимоотношения выявленных изменений с окружающими морфологическими структурами и уточнение возможного происхождения образования.

Выделяют две разновидности лучей: ионизирующие и неионизирующие. К первой группе относят электромагнитные волны, с короткой длиной волны, способные вызывать ионизацию тканей они лежат в основе рентгеновской и радионуклидной диагностики. Вторая группа лучей считается безвредной и формирует МР-томографию, УЗ-диагностику и термографию.

Более 100 лет человечество знакомо с физическим явлением – лучами особого рода, обладающими проникающей способностью и названными в честь ученого, открывшего их, рентгеновскими

Эти лучи открыли новую эпоху в развитии физики и всего естествознания, помогли проникнуть в тайны природы и строение материи, оказали существенное влияние на развитие техники, привели к революционным преобразованиям в медицине.

8 ноября 1895 г. профессор физики Вюрцбургского университета Вильгельм Конрад Рентген (1845—1923) обратил внимание на удивительное явление. Изучая в своей лаборатории работу электровакуумной (катодной) трубки, он заметил, что при подаче электрического тока высокого напряжения на ее электроды, появилось зеленоватое свечение находящегося рядом платино-синеродистого бария. Такое свечение люминофоров было к тому времени уже известно. Подобные трубки изучались во многих лабораториях мира. Но на столе Рентгена во время опыта трубка была плотно завернута в черную бумагу, и, хотя платино-синеродистый барий находился на значительном расстоянии от трубки, его свечение возобновлялось при каждой подаче электрического тока в трубку. Он пришел к выводу, что в трубке возникают какие-то неизвестные науке лучи, обладающие способностью проникать через твердые тела и распространяющиеся в воздухе на расстояние, измеряемое метрами.

Рентген закрылся в своей лаборатории и, не выходя из нее на протяжении 50 суток, изучал свойства открытых им лучей.

Первое сообщение Рентгена «О новом виде лучей» было опубликовано в январе 1896 года в виде кратких тезисов, из которых стало известно, что открытые лучи способны:

- проникать в той или иной степени через все тела;
- вызывать свечение флюоресцирующих веществ (люминофоров);
- вызывать почернение фотопластинок;
- снижать свою интенсивность обратно пропорционально квадрату расстояния от их источника;
- распространяться прямолинейно;
- не изменять своего направления под воздействием магнита.

Весь мир был потрясен и взволнован этим событием. В короткий срок сведения об открытии Рентгена стали публиковать не только научные, но и

общие журналы и газеты. Людей поражало то, что появилась возможность с помощью этих лучей заглянуть внутрь живого человека.

С этого времени для врачей наступила новая эра. Многие из того, что раньше они могли увидеть только на трупе, теперь они наблюдали на снимках и флюоресцирующих экранах. Появилась возможность изучать работу сердца, легких, желудка и других органов живого человека. У больных людей стали выявлять те или иные изменения по сравнению со здоровыми. Уже в течение первого года после открытия икс-лучей в печати появились сотни научных сообщений, посвященных исследованию органов человека с их помощью.

Во многих странах появились специалисты - рентгенологи. Новая наука — рентгенология шагнула далеко вперед, были разработаны сотни различных методик рентгенологического исследования органов и систем человека. За сравнительно короткий период рентгенология сделала столько, сколько не сделала ни одна другая наука в медицине.

Рентген первым среди физиков был удостоен Нобелевской премии, которая была вручена ему в 1909 г. Но ни сам Рентген, ни первые рентгенологи не подозревали о том, что эти лучи могут быть смертельно опасны. И только когда врачи, начали болеть лучевой болезнью в различных ее проявлениях, встал вопрос о защите больных и персонала.

Современные рентгеновские комплексы, предусматривают максимальную защиту: трубка расположена в кожухе со строгим ограничением рентгеновского пучка (диафрагмирование) и множество дополнительных защитных мер (фартуки, юбочки и воротники). В качестве контроля «невидимого и неосязаемого» излучения используют различные контролирующие методы, сроки проведения контрольных обследований строго регламентированы Приказами МЗ.

Методы измерения излучения: ионизационный — ионизационные камеры, фотографический — по степени почернения фотопленки, термолюминесцентный — при помощи люминофоров. Каждый работник

рентгеновского кабинета подлежит индивидуальной дозиметрии, которая проводится ежеквартально при помощи дозиметров. Индивидуальная защита пациентов и персонала является неукоснительным правилом при проведении исследований. В состав защитных изделий ранее входил свинец, который из-за своей токсичности в настоящее время заменен на редкоземельные металлы. Эффективность защиты стала выше, а вес приспособлений значительно уменьшился.

Все выше перечисленное позволяет свести к минимуму отрицательное воздействие ионизирующих волн на организм человека, однако вовремя выявленные туберкулез или злокачественная опухоль во много раз перевесят «негативные» последствия, сделанного снимка.

Основными элементами рентгенологического исследования являются: излучатель - электровакуумная трубка; объект исследования - человеческий организм; приемник излучения – экран или пленка и естественно ВРАЧ-РЕНТГЕНОЛОГ, который интерпретирует полученные данные.

Рентгеновское излучение является электромагнитным колебанием, искусственно создаваемое в специальных электровакуумных трубках на анод и катод которой, посредством генераторного устройства подается высокое (60-120 киловольт) напряжение, а защитный кожух, направленный пучок и диафрагма позволяют максимально ограничить поле облучения.

Рентгеновские лучи относятся к невидимому спектру электромагнитных волн с длиной волны от 15 до 0,03 ангстрем. Энергия квантов в зависимости от мощности аппаратуры колеблется от 10 до 300 и более КэВ. Скорость распространения квантов рентгеновского излучения 300 000 км\сек.

Рентгеновские лучи обладают определенными свойствами, которые обуславливают применение их в медицине для диагностики и лечения различных заболеваний.

- Первое свойство – проникающая способность, способность проникать сквозь твердые и непрозрачные тела.
- Второе свойство – их поглощение в тканях и органах, которое зависит от удельного веса и объема тканей. Чем плотнее и объемнее ткань, тем большее поглощение лучей. Так, удельный вес воздуха равен 0,001, жира 0,9, мягких тканей 1,0, костной ткани – 1,9. Естественно, в костях будет наибольшее поглощение рентгеновского излучения.
- Третье свойство рентгеновых лучей – способность их вызывать свечение флюоресцирующих веществ, используемое при проведении просвечивания за экраном рентгенодиагностического аппарата.
- Четвертое свойство – фотохимическое, благодаря чему на рентгеновской фотопленке получается изображение.
- Последнее, пятое свойство – биологическое (отрицательное) действие рентгеновых лучей на организм человека, которое используется в благих целях, т.н. лучевая терапия.

Рентгенологические методы исследования выполняются с помощью рентгеновского аппарата, в устройство которого входит 5 основных частей:

- рентгеновский излучатель (рентгеновская трубка с системой охлаждения);
- питающее устройство (трансформатор с выпрямителем электрического тока);
- приемник излучения (флюоресцирующий экран, кассеты с пленкой, полупроводниковые датчики);
- штативное устройство и стол для укладки пациента;
- пульт управления.

Основной частью любого рентгенодиагностического аппарата является рентгеновская трубка, которая состоит из двух электродов: катода и анода.

На катод подается постоянный электрический ток, который накаливает нить катода. При подаче высокого напряжения на анод электроны в результате разности потенциалов с большой кинетической энергией летят с катода и тормозятся на аноде. При торможении электронов и происходит образование рентгеновских – тормозных лучей, выходящих под определенным углом из рентгеновской трубки. Современные рентгеновские трубки имеют вращающийся анод, скорость которого достигает 3000 оборотов в минуту, что значительно снижает разогрев анода и повышает мощность и срок службы трубки.

Регистрация ослабленного рентгеновского излучения и лежит в основе рентгенодиагностики.

Рентгеновский метод включает следующие методики:

- рентгеноскопию, то есть получение изображения на флюоресцирующем экране (усилители рентгеновского изображения – посредством телевизионного тракта);
- рентгенографию – получение изображения на рентгеновской пленке, помещенной в рентгенопрозрачную кассету, где она защищена от обычного света.
- Дополнительные методики включают: линейную томографию, флюорографию, рентгеноденситометрию и др.

Линейная томография – получение послойного изображения на рентгеновской пленке.

Объект исследования, как правило, какая либо область человеческого организма, которые имеют различную плотность. Это и воздухосодержащие ткани (легочная паренхима), и мягкотканые (мышцы, паренхиматозные органы и ЖКТ), и костные структуры с высоким содержанием кальция. Что и обуславливает возможность обследования в условиях как естественного

контрастирования, так и с применением искусственного контрастирования, для чего имеются различные виды контрастных препаратов.

Для ангиографии и визуализации полых органов в рентгенологии широко применяются контрастные вещества, задерживающие рентгеновские лучи: при исследованиях ЖКТ – сульфат бария (per os) нерастворим в воде, водорастворимые – для внутрисосудистых исследований, мочеполовой системы и фистулографии (урографин, ультравист и омнипак), а также жирорастворимые для бронхографии - (йодлипол).

Вот краткий обзор сложной электронной системы рентгеновского аппарата. В настоящее время разработаны десятки разновидностей рентгеновского оборудования от аппаратов общего профиля до узкоспециализированных. Условно их можно подразделить на: стационарные рентгенодиагностические комплексы; передвижные аппараты (для травматологии, реанимации) и флюорографические установки.

Туберкулез в России принял к настоящему времени размах эпидемии, неуклонно растет и онкологическая патология, для выявления этих заболеваний осуществляется скрининговая ФЛГ.

Все взрослое население РФ обязано один раз в 2 года проходить флюорографическое обследование, а декретированные группы должны обследоваться ежегодно. Ранее данное исследование почему-то называлось «профилактическим» обследованием. Выполненный снимок не может предотвратить развитие болезни, он лишь констатирует наличие или отсутствие заболевания легких, а цель его - выявление ранних, бессимптомных стадий туберкулеза и рака легкого.

Выделяют средне-, крупноформатную и цифровую флюорографию. Флюорографические установки выпускаются промышленностью в виде стационарных, и передвижных (установленные на автомобиль) кабинетов.

Особый раздел - обследование больных, которых невозможно доставить в диагностический кабинет. Это преимущественно реанимационные и травматологические пациенты, находящиеся либо на искусственной вентиляции легких, либо на скелетном вытяжении. Специально для этого выпускаются передвижные (мобильные) рентгеновские аппараты, состоящие из генератора и излучателя небольшой мощности (для уменьшения веса), которые можно доставить непосредственно к постели больного.

Стационарные аппараты, предназначены для исследования различных областей в различных проекциях с использованием дополнительных приспособлений (томографические приставки, компрессионные пояса и т.д.). Рентгенодиагностический кабинет состоит из: процедурного кабинета (место проведения исследования); пультной комнаты, где осуществляется управление аппаратом и фотолаборатории для обработки рентгеновской пленки.

Носителем полученной информации является радиографическая пленка, именуемая рентгеновской, с высокой разрешающей способностью. Она выражается обычно числом раздельно воспринимаемых параллельных линий на 1 мм. Выпускается различных форматов от 35х43см., для исследования грудной клетки или брюшной полости, до 3х4см., для выполнения снимка зуба. Перед выполнением исследования пленка помещается в рентгеновские кассеты с усиливающими экранами, которые позволяют значительно снизить рентгеновскую дозу.

Существуют следующие разновидности рентгенографии:

- обзорные и прицельные снимки;
- линейная томография;
- специальные укладки;
- с применением контрастных препаратов.

Рентгенография позволяет изучить морфологическое состояние какого либо органа или части организма на момент исследования.

Для изучения функции применяется рентгеноскопия – осмотр в режиме реального времени при просвечивании рентгеновскими лучами. Используется в основном при исследованиях ЖКТ с контрастированием просвета кишечника, реже как уточняющее дополнение при заболеваниях легких.

При обследовании органов грудной клетки рентгеновский метод является «золотым стандартом» диагностики. На рентгенограмме органов грудной клетки выделяют легочные поля, срединную тень, костные структуры и мягкотканый компонент. В норме легкие должны быть одинаковой прозрачности.

Классификация рентгенологических симптомов:

1. Нарушение анатомических соотношений (сколиоз, кифоз, аномалии развития); изменения площади легочных полей; расширение или смещение срединной тени (гидроперикард, опухоль средостения, изменение высоты стояния купола диафрагмы).
2. Следующий симптом – «затемнение или снижение пневматизации», обусловленные уплотнением легочной ткани (воспалительная инфильтрация, ателектаз, периферический рак) либо скоплением жидкости.
3. Симптом просветления характерен для эмфиземы легких и пневмоторакса.

Костно-суставная система обследуется в условиях естественной контрастности и позволяет выявлять множество изменений. Необходимо помнить о возрастных особенностях:

до 4 недель – костных структур нет;

до 3 месяцев – формирование хрящевого скелета;

4-5 месяцев до 20 лет – формирование костного скелета.

Разновидности костей – плоские и трубчатые (короткие и длинные).

Каждая кость состоит из компактного и губчатого вещества. Компактное костное вещество, или кортикальный слой, в различных костях имеет разную толщину. Толщина кортикального слоя длинных трубчатых костей убывает от диафиза к метафизу и наиболее истончена в эпифизах. В норме кортикальный слой дает интенсивное, гомогенное затемнение и имеет четкие, гладкие контуры, определяемые же неровности строго соответствуют анатомическим буграм, гребням.

Под компактным слоем кости находится губчатое вещество, состоящее из сложного переплета костных трабекул, расположенных по направлению действия на кость сил сжатия, растяжения и кручения. В отделе диафиза, имеется полость - костномозговой канал. Таким образом, губчатое вещество остается лишь в эпифизах и метафизах. Эпифизы у растущих костей отделяются от метафизов светлой поперечной полоской росткового хряща, который иногда принимают за линию перелома.

Суставные поверхности костей покрыты суставным хрящом. Суставной хрящ на рентгенограмме не дает тени. Поэтому между суставными концами костей имеется светлая полоса - рентгеновская суставная щель.

С поверхности кость покрыта надкостницей, представляющей соединительнотканую оболочку. Надкостница в норме на рентгенограмме не дает тени, но в патологических условиях она нередко обызвествляется и окостеневает. Тогда вдоль поверхности кости обнаруживают линейные или другой формы тени периостальных реакций.

Выделяют следующие рентгенологические симптомы:

Остеопороз - патологическая перестройка костной структуры, которая сопровождается равномерным уменьшением количества костного вещества в единице объема кости. Для остеопороза типичны следующие рентгенологические признаки: уменьшение количества трабекул в метфизах

и эпифизах, истончение кортикального слоя и расширение костномозгового канала.

Остеосклероз отличается признаками, противоположными остеопорозу. Для остеосклероза характерно увеличение количества обызвествленных и окостеневших элементов кости, число костных трабекул увеличивается, и их на единицу объема приходится больше, чем в нормальной кости, а тем самым костномозговые пространства уменьшаются. Все это ведет и к рентгенологическим симптомам, противоположным остеопорозу: кость на рентгенограмме более уплотнена, кортикальный слой утолщен, контуры его как со стороны надкостницы, так и со стороны костномозгового канала неровные. Костномозговой канал сужен, а иногда совсем не просматривается.

Деструкция или остеонекроз - медленно протекающий процесс с нарушением структуры целых участков кости и заменой ее гноем, грануляциями или опухолевой тканью.

На рентгенограмме очаг деструкции выглядит как дефект в кости. Контуры свежих деструктивных очагов неровные, контуры же старых очагов становятся ровными и уплотненными.

Экзостозы - патологические костные образования. Экзостозы возникают или в результате доброкачественного опухолевого процесса, или в результате аномалии остеогенеза.

Травматические повреждения (переломы и вывихи) костей возникают при резком механическом воздействии, превышающем эластическую возможность кости: сжатии, растяжении, сгибании и сдвиге.

Рентгенологическое исследование органов брюшной полости в условиях естественной контрастности применяется, в основном, в неотложной диагностике – это свободный газ в брюшной полости, кишечная непроходимость и рентгенконтрастные конкременты.

Ведущую роль занимает исследования желудочно-кишечного тракта, которое позволяет выявлять разнообразные опухолевые и язвенные процессы, поражающие слизистую ЖКТ. В качестве контрастного препарата применяется водная взвесь сульфата бария.

Разновидности обследования следующие: рентгеноскопия пищевода; рентгеноскопия желудка; пассаж бария по кишечнику и ретроградное исследование толстой кишки (ирригоскопия).

Основные рентгенологические симптомы: симптом локального (диффузного) расширения или сужения просвета; симптом язвенной ниши – в случае, когда контрастное вещество распространяется за границу контура органа; и так называемый дефект наполнения, который определяется в случаях, когда контрастное вещество не заполняет анатомические контуры органа.

Необходимо помнить, что ФГС и ФКС в настоящее время занимают главенствующее место в обследованиях ЖКТ, их недостатком является невозможность выявления образований расположенных в подслизистом, мышечном и далее слоях.

Большинство врачей обследуют больного по принципу от простого к сложному – выполняя на первом этапе «рутинные» методики, а затем дополняют более сложными исследованиями, вплоть до высокотехнологичных КТ и МР-томографии. Однако сейчас преобладает мнение о выборе наиболее информативного метода, например при подозрении на опухоль мозга нужно делать МРТ, а не снимок черепа на котором будут видны кости черепа. В тоже время паренхиматозные органы брюшной полости прекрасно визуализируются УЗ-методом. Клиницист должен знать основные принципы комплексного лучевого обследования для частных клинических синдромов, а врач диагност будет Ваш консультант и помощник!

В заключение вспомним для чего, все-таки, предназначен рентгеновский метод?

Это исследования органов грудной клетки, преимущественно легких, костно-суставной системы, желудочно-кишечного тракта и сосудистой системы, при условии контрастирования последних.

Исходя из возможностей будут определены показания и противопоказания. Абсолютных противопоказаний нет!!! Относительными противопоказаниями являются:

- беременность, период лактации.

Во всяком случае, необходимо стремиться к максимальному ограничению лучевой нагрузки.

Любой врач практического здравоохранения неоднократно отправляет больных на рентгенологическое обследование, в связи с чем, существуют правила оформления направления на исследование:

1. указывается фамилия и инициалы больного и возраст;
2. назначается вид исследования (ФЛГ, рентгеноскопия или рентгенография);
3. определяется область обследования (органы грудной или брюшной полости, костно-суставной системы);
4. указывается количество проекций (обзорный снимок, две проекции или специальная укладка);
5. необходимо обязательно поставить перед врачом диагнозом цель исследования (исключить пневмонию или перелом бедра, например);
6. дата и подпись врача, выписавшего направление.

Тема: Компьютерная томография.

Слайд 2

Компьютерная томография – послойное рентгенологическое исследование, основанное на компьютерной реконструкции изображения, получаемого при круговом сканировании объекта узким пучком рентгеновского излучения.

Физической основой метода является процесс взаимодействия рентгеновских лучей с биологическими тканями, при прохождении этих лучей через них.

Слайд 3

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

ПРИНЦИП компьютерной томографии в широком смысле заключается в создании с помощью вычислительной машины послойных изображений объекта на основе измерения коэффициентов линейного ослабления выбранного вида излучения ВО множестве проекций.

Подобный принцип получения томограмм из проекционных данных лежит В основе рентгеновской компьютерной томографии, однофотонной эмиссионной компьютерной томографии, позитронно-эмиссионной томографии и некоторых ультразвуковых технологий, основанных на проекционных измерениях.

В более узком смысле термин «компьютерная томография» или КТ употребляют для обозначения только рентгеновского метода исследования. В этом случае вычислительная машина создает (реконструирует) послойные изображения объекта из совокупности коэффициентов линейного ослабления рентгеновского излучения, которые измеряются после его прохождения через объем во многочисленных проекциях.

Использование множества проекций для получения одного изображения принципиально отличает КТ от всех остальных рентгенологических методик, в том числе и цифровой рентгенографии. Изображение КТ лишено суммационного эффекта. На его формирование не оказывают влияние число, форма объем и взаимное расположение тканей, через которые проходят рентгеновские лучи. Эта особенность существенно увеличивает объем информации содержащейся в каждой компьютерной томограмме по сравнению с рентгенограммой или обычной томограммой.

Слайд 4

ПРИНЦИП МЕТОДА

Основой компьютерно-томографического процесса является вычисление коэффициентов линейного ослабления рентгеновского излучения в каждой из использованных проекций при сканировании объекта. **Построение изображения можно условно разделить на три этапа;**

- 1) сбор проекционных данных в процессе сканирования,
- 2) реконструкция томографического слоя
- 3) отображение на экране монитора.

Сканирующее устройство компьютерного томографа или гентри представляет собой металлическую кольцевидную раму, на которой закреплены рентгеновская трубка и система детекторов. Рентгеновская трубка движется вокруг объекта, расположенного в окне гентри. Возникающее у анода рентгеновской трубки излучение суживается таким образом, чтобы получить тонкий пучок веерообразной формы. Для этого используются коллиматоры, установленные у выходного окна рентгеновской трубки и, в некоторых установках, перед системой детекторов. Ширина пучка достаточна для того, чтобы охватить весь диаметр объекта исследования. Толщина пучка рентгеновских лучей может произвольно изменяться от 1,0 (0,5) ММ до 10.0 мм.

После прохождения через объект ослабленное рентгеновское излучение регистрируется системой специальных детекторов —сцинтилляторов. В качестве детекторов используются либо кристаллы химических соединений (например. йоди-да натрия), либо полые камеры, заполненные инертным газом. Твердотельные детекторы в целом более эффективны, чем газовые, так как улавливают большее количество квантов рентгеновского излучения. Количество детекторов колеблется от 250 до 1000 и даже более в зависимости от типа аппарата. Рентгеновские фотоны вызывают свечение кристалла или инертного газа в детекторах, при этом световая энергия преобразуется в электрические сигналы с помощью фотоэлектронного преобразователя.

Слайд 5

СКАНИРОВАНИЕ

Сканирование как диагностический метод предполагает регистрацию сигнала при перемещении источника излучения и/или воспринимающего устройства. В КТ сканирование осуществляется в результате вращения источника излучения вокруг объекта. В настоящее время различают типы сканирующих устройств и технологии сканирования.

ТИПЫ КТ-УСТАНОВОК

- 1 поколение – линейный томограф
- 2 поколение – применялось для исследования неподвижных объектов(голова). В настоящее время не используются.
- 3 поколение - количество детекторов увеличилось до 250-1000.
- 4 поколение - вращается только рентгеновская трубка.

Слайд 6

По основным параметрам системы третьего и четвертого поколения примерно равны между собой, причем каждая система имеет свои преимущества и недостатки. Неподвижность детекторов в установках четвертого поколения создает более благоприятные условия для сканирования, уменьшает количество артефактов, что и определяет некоторые преимущества этого типа аппаратов. Вместе с тем, эта конструкция оказалась недостаточно удобной для реализации многослойной КТ, появившейся в последние годы. Здесь преимущества имеют аппараты третьего поколения.

Технологии сканирования

Технология сканирования в КТ определяется характером перемещения источника излучения и объекта исследования в процессе исследования. В настоящее время существуют две принципиально различных технологии: последовательная (пошаговая, традиционная) и спиральная.

Последовательная КТ

Предполагает обязательную остановку рентгеновской трубки после каждого цикла вращения. В этот момент стол с пациентом передвигается на необходимое расстояние, называемое шагом стола, для получения

следующей томограммы. Например: метод КТ перфузии может проводиться только при последовательной технологии сканирования.

Спиральная КТ

Заключается в одновременном выполнении двух действий: непрерывного вращения источника излучения вокруг объекта и непрерывного поступательного движения стола с пациентом.

Слайд 7

Преимущества МСКТ перед обычной спиральной КТ

1. улучшение временного разрешения
2. улучшение пространственного разрешения вдоль продольной оси z
3. увеличение скорости сканирования
4. улучшение контрастного разрешения
5. увеличение отношения сигнал/шум
6. эффективное использование рентгеновской трубки
7. большая зона анатомического покрытия
8. уменьшение лучевой нагрузки на пациента
9. уменьшение времени задержки дыхания

Все эти факторы значительно повышают скорость и информативность исследований.

Слайд 8

Единицы Хаундсфилда (Hounsfield units)

Коэффициенты ослабления рентгеновского излучения (μ) выражаются не в абсолютных величинах, а в относительных числах, нормированных по отношению к коэффициенту ослабления воды.

Шкала Hu:

Для воды – 0 HU

Для воздуха – -1000 HU

Для костных структур – верхняя граница достигает 4096 HU, это определяется возможностями аппарата.

Слайд 9

Электронные окна

Изображение поперечного среза на экране монитора представляет собой распределение различных оттенков серой шкалы, соответствующих определенным числовым значениям коэффициентов ослабления. Вычислительная машина КТ-установки способна различить, до 4 тыс. значений коэффициентов ослабления и представить их в виде 4096 градаций серого цвета. Однако воспроизвести все эти значения на экране монитора невозможно. Так как монитор воспроизводит 256 градаций серого цвета. А глаз человека обычно воспринимает только 16-20 градации серого цвета. По этому переход от матрицы томограммы, включающей 4096 градации коэффициентов ослабления, к матрице изображения, отображающей только 256 градаций серого цвета, неизбежно приведет к потере значительной части информации.

Для устранения этого несоответствия применяют так называемые электронные окна. Суть электронного окна заключается в том, что заданный диапазон из 256 градаций серого цвета может быть произвольно размещен на любом участке шкалы Хаунсфилда. При этом оператор имеет возможность включать в электронное окно любую часть шкалы Хаунсфилда с помощью изменения ширины окна и его центра. Так, при ширине окна, равной 256 HU, каждая единица шкалы будет отображаться одной градацией серого цвета. В этом случае все числа Хаунсфилда, значения которых меньше нижней границы выбранного окна, будут изображаться на экране монитора черным цветом. Наоборот, числа Хаунсфилда, превышающие верхнюю границу окна, будут изображаться белым цветом. При визуальном анализе уменьшение ширины окна приводит к увеличению контрастности изображения, в то время как увеличение ширины окна делает изображение менее контрастным.

Окном (Window) - называют определенную часть шкалы Хаунсфилда, которой соответствует перепад величины яркости экрана от белого до черного.

Ширина окна (Window Width) - это величина разности наибольшего и наименьшего коэффициента ослабления, отображаемых данным перепадом яркости от белого до черного цвета.

Уровень окна (Window Level) - это величина коэффициента ослабления, соответствующая середине окна. Изменение уровня окна позволяет перемещать его в сторону больших или меньших значений чисел Хаунсфилда.

Слайд 11

Показания к компьютерной томографии

Компьютерная томография широко используется в медицине для нескольких целей:

Как скрининговый тест. Скрининг (screening) — просмотр, отбор, в медицине используется для исключения потенциально серьезного диагноза в группах риска.

Кт часто используется, как скрининг при следующих состояниях:

Головная боль

Травма головы, не сопровождающаяся потерей сознания

Обморок

Исключение рака легких.

Для диагностики по экстренным показаниям — экстренная компьютерная томография

Тяжелые травмы

Подозрение на кровоизлияние в мозг

Подозрение на повреждение сосуда (например, расслаивающая аневризма аорты)

Подозрение на некоторые другие острые повреждения полых и паренхиматозных органов (осложнения как основного заболевания, так и в результате проводимого лечения)

Компьютерная томография для плановой диагностики

Большинство КТ исследований делается в плановом порядке, по направлению врача, для окончательного подтверждения диагноза. Как правило, перед проведением компьютерной томографии, делаются более простые исследования — рентген, УЗИ, анализы и т. д.

Для контроля результатов лечения.

Для проведения лечебных и диагностических манипуляций, например пункция под контролем компьютерной томографии и др.

Слайд 12

Относительные противопоказания

Без контраста

Беременность

Масса тела более максимальной для прибора

Тяжёлое общее состояние пациента

С контрастом

Наличие аллергии на контрастный препарат

Почечная недостаточность

Тяжёлый сахарный диабет

Заболевания щитовидной железы

Миеломная болезнь

Слайд 13

Возможности КТ

Контрастное усиление

Для улучшения дифференцировки органов друг от друга, а также нормальных и патологических структур, используются различные методики контрастного усиления (чаще всего, с применением йодсодержащих контрастных препаратов).

Двумя основными разновидностями введения контрастного препарата являются пероральное (пациент с определенным режимом выпивает раствор

препарата) и внутривенное (производится медицинским персоналом). Главной целью первого метода является контрастирование полых органов желудочно-кишечного тракта; второй метод позволяет оценить характер накопления контрастного препарата тканями и органами через кровеносную систему. Методики внутривенного контрастного усиления во многих случаях позволяют уточнить характер выявленных патологических изменений (в том числе достаточно точно указать наличие опухолей, вплоть до предположения их гистологической структуры) на фоне окружающих их мягких тканей, а также визуализировать изменения, не выявляемые при обычном («нативном») исследовании.

Внутривенное контрастирование можно проводить двумя способами:

- «ручное» внутривенное контрастирование
- болюсное контрастирование.

При болюсном контрастном усилении контрастный препарат вводится внутривенно шприцем-инжектором с установленными скоростью и временем подачи вещества. Цель болюсного контрастного усиления —

- 1) получение или улучшение денситометрической разницы между нормальными и патологическими объектами
- 2) изучение особенностей распространения контрастного препарата в патологических образованиях для дифференциальной диагностики.

Слайд 14

Существуют 3 фазы контрастирования:

1. *Артериальная фаза* – сканирование начинается примерно через 20-30 секунд после начала введения инжектором контраста, при этом визуализируется наполнение артерий.
2. *Венозная фаза* – через 40-60 секунд аппарат повторно сканирует эту же зону, в которую визуализируется контрастирование вен.

3. *Отсроченная фаза* – (180 секунд после начала введения), при которой наблюдается выведение контрастного препарата через мочевыделительную систему.

Слайд 16

КТ с внутривенным контрастированием является основным методом дифференциальной диагностики очаговых поражений органов брюшной полости и забрюшинного пространства. Применяется для обследования всех пациентов с онкологическими заболеваниями органов пищеварения для оценки местной, регионарной и отдаленной распространенности онкологического процесса. С развитием технологии МСКТ повысилась чувствительность метода в диагностике очаговых образований органов брюшной полости диаметром от 3-5 мм (мелкие кисты, метастазы, лимфоузлы), стала возможной дифференциация опухолевой инвазии сосудистых структур. Выполнение многоплоскостных и/или трехмерных реконструкций органов, прилежащих сосудистых и костных структур стало рутинным и неотъемлемым компонентом всех МСКТ-исследований.

Слайд 17

С увеличением частоты применения контрастных препаратов изменились принципы подготовки кишечника – на смену классическому заполнению пищеварительного канала рентген-позитивным препаратом (раствор йод-содержащего вещества) пришли рентген-негативные препараты (вода, воздух). Это обусловлено необходимостью получения объемных изображений аорты и ее ветвей, мочевыводящих путей, качество трехмерной реконструкции которых снижается при использовании рентген-позитивных препаратов.

Слайд 18

Более того, растяжение двенадцатиперстной кишки и желудка водой в сочетании с внутривенным контрастным усилением (паренхиматозная фаза) позволяет провести МСКТ-холангиографию, точно оценить местную распространенность опухолей головки поджелудочной железы, двенадцатиперстной кишки и желудка. Большинство исследований органов брюшной полости вообще не требует контрастирования пищеварительного тракта.

Слайд 19

Все большее значение приобретает применение КТ при острых хирургических заболеваниях, в частности при панкреатите, аппендиците, забрюшинных флегмонах, перфорации кишечника, кишечной непроходимости. При остром панкреатите МСКТ с внутривенным контрастированием используется для первоначальной оценки степени поражения железы (некроз, скопление свободной жидкости) и для контроля ее состояния в ходе лечения. В хорошо оборудованных клиниках синдром «острого живота» может рассматриваться как показание для проведения КТ в экстренном порядке. КТ органов брюшной полости проводится как поисковая методика у пациентов с лихорадкой или болями неясного генеза и находящихся в септическом состоянии.

Слайд 20

Современные компьютерные программы существенно расширили возможности МСКТ в диагностике заболеваний кишечника. Использование методики энтероклизмы (заполнение кишки водой) в сочетании с внутривенным введением спазмолитика и томографией в паренхиматозную фазу контрастирования позволяет четко отдифференцировать стенку тонкой кишки и оценить распространенность опухолевого поражения. Виртуальная колоноскопия является одной из наиболее обсуждаемых методик лучевой диагностики, в силу ее относительной неинвазивности и высокой точности в выявлении полипов с высоким риском малигнизации. Однако целесообразность применения этого метода для скрининга рака толстой кишки остается спорной, так как распространенность полипов в популяции высока, и в большинстве случаев требуется дообследование с помощью классической колоноскопии с биопсией.

Слайд 22

МСКТ-колонография (виртуальная колоноскопия)

Показания

Выявление полипов и опухолей толстого кишечника

Противопоказания

Наличие дивертикулов и высокий риск перфорации кишечника.

Подготовка

МСКТ органов брюшной полости и забрюшинного пространства проводится до рентгенологических исследований пищеварительного тракта с бариевой взвесью.

Необходимо максимально возможное очищение толстой кишки за 2 дня до исследования (использование суппозиториев, пероральный прием Фортранса в объеме около 2-3 л.).

Исследование проводится натощак (спустя как минимум 5-6 часов после еды).

Рекомендуется прием спазмолитика (глюкагон, бускопан, гиосцина бутилбромид внутривенно) за 15 минут до исследования

Толстый кишечник заполняется СО₂ самостоятельно пациентом (воздух использовать нежелательно из-за его низкой степени всасывания) до появления у пациента болезненных ощущений (растяжение кишки)

Слайд 23

Рентгенологическое исследование грудной клетки остается базовым методом обследования пациентов с заболеваниями легких, в частности при подозрении на пневмонию или опухоль. Однако высокая степень вариабельности оценок рентгенограмм разными специалистами в сочетании с недостаточной точностью рентгенографии в дифференциальной диагностике заболеваний легких определяют необходимость проведения МСКТ грудной клетки с целью объективизации характера поражения паренхимы легких, грудной стенки, структур средостения.

Слайд 24

Применение внутривенного контрастирования обязательно у большинства пациентов с раком легкого для уточнения степени распространенности процесса, выявления инвазии в средостение, а также у пациентов с подозрением на тромбоэмболию ветвей легочной артерии. КТ высокого разрешения, как отдельное исследование, фактически уходит в прошлое, так как МСКТ с тонкой коллимацией рентгеновского пучка позволяет одновременно провести оценку и очаговых, и диффузных поражений легких. Кроме того, фронтальные и сагиттальные реконструкции изображения с той же точностью, что и аксиальные срезы, дают значительную дополнительную информацию и позволяют полностью отказаться от продольных томограмм. Применение низкодозовых методик дает возможность проводить МСКТ-мониторинг заболеваний легких, а также скрининг рака легкого у пациентов групп высокого риска (курильщики, пациенты страдающие асбестозом).

Слайд 25

Показания

1. выявление изменений в легких, не отображающихся на рентгенограммах: первичные опухоли, метастазы диаметром от 1 мм, скрытые воспалительные поражения, бронхоэктазы, эмфизема легких;
2. осложнения пневмонии, в т.ч. подозрение на абсцесс легкого, эмпиему плевры;
3. атипично протекающие очаговые и инфильтративные изменения в легких (дифференциальный диагноз с туберкулезным и опухолевым процессом);
4. определение стадии локальной и регионарной распространенности опухолей легких, средостения, плевры (состояние лимфоузлов, серозных полостей, наличие костной деструкции);
5. детализация структуры легочной паренхимы при диффузных, интерстициальных поражениях легких;
6. выявление и оценка лимфаденопатии (средостение, корни легких, подмышечные области, шея)
7. мониторинг пациентов с лимфопролиферативными заболеваниями, пациентов с раком легкого после хирургических вмешательств, лучевой/химиотерапии;

8. подозрение на расслоение и разрыв аневризмы аорты, эмболию, мальформации ветвей легочной артерии, хроническую тромбоэмболическую легочную гипертензию;
9. травма диафрагмы, грудной клетки и/или органов грудной полости;
10. уточнение локализации патологических изменений легких и состояния окружающих структур перед биопсией, бронхоскопией;
11. медиастинит, синдром верхней полой вены, подозрение на опухоль средостения;
12. опухоли пищевода, трахео-пищеводные и бронхо-пищеводные фистулы.

Подготовка:

При подозрении на опухоль или перфорацию пищевода непосредственно перед исследованием пациент получает небольшое количество водного раствора йод-содержащего препарата (концентрация 1:20, 30 мл раствора).

Перед проведением исследования с контрастированием (определение распространенности опухолей, ТЭЛА) уточнить наличие противопоказаний для внутривенного введения йод-содержащих препаратов, при необходимости провести гидратацию, премедикацию, установить периферический венозный катетер (18-20G).

Слайд 26

МСКТ для скрининга рака легкого

Скрининг рака легкого с помощью КТ рассматривается как одно из перспективных направлений развития профилактической медицины. По данным исследования ELCAP при КТ выявлялись рентгенологически скрытые опухоли. Для скрининга рака легкого используется низкодозовая МСКТ (20-40 мАс), позволяющее снизить лучевую нагрузку в 5-10 раз по сравнению со стандартной КТ. Основной проблемой скрининга является выявление у большинства пациентов неопределенных узелковых образований в легких, впоследствии оказывающихся доброкачественными (ложно-положительные находки). В целях дифференциации злокачественных очагов используются повторные исследования с интервалом 6-12 месяцев и волюметрической оценкой выявленных образований.

Тромбоэмболия ветвей легочной артерии (ТЭЛА)

ТЭЛА является состоянием, требующим особого внимания и настороженности со стороны терапевтов, хирургов и акушеров-гинекологов, так как сопровождается высокой летальностью, но зачастую имеет нетипичные клинические проявления. ТЭЛА часто не распознается при жизни пациента. Рентгенография имеет низкую чувствительность в выявлении ТЭЛА, обычно позволяя поставить диагноз уже при состоявшемся инфаркте легкого. Сцинтиграфия обычно проводится без оценки легочной вентиляции (только перфузионная методика) и имеет зачастую неопределенные результаты. Ангиопульмонография, считавшаяся в недавние времена «золотым стандартом» диагностики, является инвазивным исследованием и не всегда выполнима. Ангиопульмонография однако, должна применяться для проведения селективной тромболитической терапии.

Слайд 27

Современная МСКТ-ангиопульмонография уже достигла диагностической точности традиционной ангиопульмонографии и позволяет выявлять даже субсегментарные тромбы. МСКТ-64 позволяет одномоментно изучить камеры сердца и исследовать венозное русло таза и нижних конечностей. В любом случае при отрицательном результате МСКТ можно быть полностью уверенным в отсутствии у пациента ТЭЛА, а при положительном результате – назначить ангиопульмонографию с лечебной целью.

Слайд 28

МСКТ сердца

МСКТ-коронарография

МСКТ-коронарография является неинвазивной методикой оценки состояния коронарных артерий, позволяющей выявить их патологические изменения и уточнить показания для выбора метода профилактики или лечения ишемической болезни сердца. Преимуществами метода являются *неинвазивность, быстрота* исследования (10-15 минут с укладкой пациента), возможность выполнения *в амбулаторных условиях* без применения седативных препаратов, *высокая информативность* с возможностью

построения 3-х мерных реконструкций и виртуальных проекций. Исследование проводится с кардиосинхронизацией после введения йод-содержащего контрастного препарата в локтевую вену.

Слайд 30

Точность методики достигает 95-98%, что позволяет при отрицательном результате теста исключить наличие значимых стенозов коронарных артерий, а при положительном результате – определить показания для медикаментозной терапии, инвазивной коронарографии с баллонированием и стентированием или аорто-коронарного шунтирования.

Наибольшую ценность представляет использование этого метода у пациентов среднего возраста (40-60 лет), имеющих факторы риска развития ишемической болезни сердца. Определение степени коронарного кальциноза в настоящее время может быть рекомендовано как метод скрининга у бессимптомных пациентов с факторами риска, с болями в области сердца неясного генеза или для контроля течения атеросклероза. В любом случае МСКТ-коронарография выполняется после определения кальциноза коронарных артерий.

Слайд 31

Показания

1. Исключение значимых стенозов коронарных артерий у пациентов с низкой/средней вероятностью наличия ишемической болезни сердца
2. Боль за грудиной неясной этиологии, эпизоды аритмии
3. Оценка состояния коронарных стентов, аорто-, и маммаро-коронарных шунтов
4. Аномалии развития коронарных артерий
5. Неоднозначные результаты коронарографии или нагрузочного теста
6. Исключение значимых стенозов коронарных артерий перед хирургическими некоронарными вмешательствами
7. Выявление тромбоза полостей сердца (при невозможности выполнения Эхо-КГ или МРТ)

Противопоказания

1. Постоянная форма мерцательной аритмии, частые экстрасистолы
2. Общие относительные противопоказания для внутривенного введения йод-содержащих контрастных препаратов:
 - Креатинин сыворотки $> 1,5$ мг/дл (>130 мкМ/л)
 - Тяжелые реакции на йод-содержащие контрастные препараты в анамнезе (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги).
 - Бронхиальная астма тяжелого течения
 - Гипертироз

Слайд 32

Функциональная МСКТ сердца

В подавляющем большинстве случаев проводится в рамках МСКТ-коронарографии. Показания для функциональной МСКТ сердца как самостоятельного исследования не определены. МСКТ часто выполняется для исключения тромбоза полостей сердца перед кардиоверсией (при невозможности выполнения МРТ или чреспищеводной Эхо-КГ). С помощью МСКТ-64 с шириной блока детекторов до 16 см. можно выполнять сочетанное определение состояния коронарных артерий и перфузии миокарда. Это позволяет при выявлении бляшки коронарной артерии одномоментно определять значимость соответствующего стеноза на основании анализа регионарной сократимости и перфузии миокарда.

Слайд 34

МСКТ-ангиография уже давно перешла из области «новых» методик исследования в область рутинного клинического применения. Несмотря на успешное многолетнее использование цветового дуплексного УЗИ-исследования и рентгеновской ангиографии существует потребность в применении диагностического метода, позволяющего неинвазивно и с

высокой точностью оценить сосудистые структуры на большом протяжении. Именно таким методом и является МСКТ-ангиография, предоставляющая также возможность одновременной визуализации калибра и диаметра сосуда, возможность получать изображения под различными углами при единственном сборе данных, в трудно доступных для обычной ангиографии областях. МСКТ-ангиография является методом выбора при острых, угрожающих жизни сосудистых заболеваниях – аневризма, разрыв, расслоение аорты, тромбоэмболия легочной артерии, мезентериальный тромбоз. Кроме того, именно данная методика в настоящее время используется как основной метод предоперационного исследования в хирургии аорты и периферических сосудов.

Слайд 36

Показания

АОРТА: аномалии дуги, коарктация, аневризмы, расслоение, стеноз, окклюзия, артериит, травматические разрывы, послеоперационные исследования (искусственные клапаны, протезирование аорты).

СОННЫЕ АРТЕРИИ: стеноз, аневризма, расслоение, извитой ход, петлеобразование.

ЧРЕВНЫЙ СТВОЛ: стеноз, синдром срединной дугообразной связки.

ПЕЧЕНОЧНАЯ АРТЕРИЯ: уточнения анатомии перед операцией, выявление стенозов или окклюзии после трансплантации печени.

МЕЗЕНТЕРИАЛЬНЫЕ СОСУДЫ: хроническая, острая ишемия, аневризмы.

ПОЧЕЧНЫЕ АРТЕРИИ: стеноз, аномалии развития, фибромускулярная дисплазия.

АРТЕРИИ ВЕРХНИХ И НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ: окклюзионная болезнь, аневризмы, постуральная компрессия подключичной артерии, синдром обкрадывания.

ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫЕ осложнения: кровотечения, инфекции, тромбоз шунтов, аневризмы анастомозов.

Слайд 37

Противопоказания

Общие относительные противопоказания для внутривенного введения йод-содержащих контрастных препаратов:

- Креатинин сыворотки > 1,5 мг/дл (>130 мкм/л)
- Тяжелые реакции на йод-содержащие контрастные препараты в анамнезе (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги).
- Бронхиальная астма тяжелого течения
- Гипертироз

Слайд 38

МСКТ костно-суставной системы

Появление МСКТ произвело революции в травматологии и ортопедии, так как возможность трехмерного отображения костных структур резко повысила точность планирования оперативных вмешательств. Выявление рентгенологически скрытых переломов сложных анатомических областей (позвоночник, кисть, стопа, тазобедренный сустав), виртуальная экзартикуляция с определением степени вдавления костной пластинки, уточнение количества и расположения костных отломков стали рутинными показаниями для проведения МСКТ. Возможность быстрого исследования всего тела вывела МСКТ на первый план среди диагностических методик, применяемых у пациентов с политравмой. С развитием технологий лазерного моделирования (стереолитографии) большую распространенность получило планирование реконструктивно-пластических операций и изготовление индивидуальных синтетических трансплантатов на основе данных МСКТ.

Слайд 39

Показания

1. Исследование пациента с политравмой (включая дорожно-транспортные происшествия).
2. Уточнение характеристик сложных переломов .
3. Травма позвоночника (в т.ч. травма ныряльщика).
4. Выявление внутрисуставных свободных тел.

5. Планирование оперативных реконструктивных вмешательств.
6. Отсутствие консолидации перелома.
7. Хронический остеомиелит (выявление секвестров).
8. Дегенеративные заболевания позвоночника, вертеброгенная радикулонейропатия (при наличии противопоказаний для МРТ).
9. Выявление разрывов внутрисуставной губы плечевого сустава (МСКТ-артрография)
10. Опухоли костей (МСКТ используется для диагностики остеонидной остеомы, выявления кальцификатов, но она уступает МРТ в оценке местной распространенности опухолевого процесса).
11. Подозрение на остеонекроз (МСКТ уступает МРТ в диагностике ранней стадии остеонекроза).

Слайд 40

МСКТ головы и шеи.

Придаточные пазухи носа и орбиты

КТ придаточных пазух носа является одним из наиболее востребованных оториноларингологами дополнительных методов обследования пациентов, так как позволяет объективно оценить степень воспалительного процесса и выявить осложнения. С появлением 16-64-срезовой КТ наблюдается изменение подходов к проведению этого классического, рутинного томографического обследования. В настоящее время стандартной считается исследование пациента в укладке пациента на спине. Томография проводится тонкими срезами в аксиальной плоскости с последующей многоплоскостной (в первую очередь фронтальной) реформацией изображений. Применение контрастных препаратов существенно улучшило МСКТ-оценку распространенности опухолевых поражений придаточных пазух носа, однако предпочтительным методом обследования в таких случаях является МРТ. В оценке поражений орбиты МСКТ остается базовым методом, применяемым при опухолевом поражении, травме, воспалительных процессах.

Слайд 41

Показания

1. Воспалительные заболевания околоносовых пазух, при отсутствии эффекта от антибактериальной терапии
2. Планирование эндоскопических оперативных вмешательств и пластических корректирующих операций
3. Оценка распространенности опухолевого процесса (определение стадии) и контроль эффективности лечения
4. Подозрение на травматическое повреждение костей лицевого черепа с развитием гематосинуса, переломы стенок орбиты, костей основания черепа
5. Аномалии развития

Слайд 42

Височные кости

Преимуществами СКТ являются: возможность последующего переформатирования (multiplanar reconstruction - MPR) изображений в интересующих плоскостях отображения (сагиттальной; корональной или фронтальной; лучшее отображение структуры стенок и отверстий пирамид височных костей. Применение мультипланарной СКТ - визуализации и детальная оценка изменений со стороны наружного, среднего и внутреннего уха в большинстве случаев позволяют дать КТ-заключение приближенное к морфологическому. Несомненны преимущества СКТ перед традиционной рентгенографией. При СКТ возможна точная оценка состояния и размера невральных и сосудистых отверстий пирамид височных костей; выявление вариантов анатомического строения пирамид: высокого стояния луковицы яремной вены ; предлежащая сигмовидного синуса; гиперпневматического типа строения пирамиды и височной кости; высокого стояния крыши барабанной полости; раннее выявление осложнений гнойных отитов – абсцедирования в прилежащих тканях мозга, мозжечка.

Показания

1. Воспалительные заболевания среднего уха и их осложнения
2. Определение степени и характера травматического повреждения
3. Определение распространенности опухолевого процесса
4. Аномалии развития

Слайд 44

Мягкие ткани шеи и гортани.

КТ шеи является стандартным методом оценки распространенности опухолевого процесса, выявления лимфаденопатии, причем исследование без внутривенного контрастирования является малоинформативным, так как позволяет выявить только крупные опухоли и не позволяет точно определить эффективность проводимого лечения. МРТ предпочтительна для оценки опухолей шеи и выявления периневральной инфильтрации в силу лучшей мягкотканной контрастности, однако точность МСКТ с контрастированием сопоставима с точностью МРТ. У пациентов, находящихся в тяжелом состоянии, а также при необходимости выявления эрозии костных структур, МСКТ является безальтернативным методом. У многих пациентов с опухолями гортани и глотки необходимо прибегать к помощи обоих томографических методов.

Показания:

1. Выявление опухолевого поражения глотки
2. Определение местной и регионарной распространенности опухолевого поражения (выявление лимфоаденопатии при раке глотки и слизистой оболочки полости рта, слюнных желез, гортани, щитовидной железы)
3. Определение протяженности воспалительного процесса, выявление заглоточных абсцессов, дифференциальная диагностика воспалительных и опухолевых процессов
4. Врожденные заболевания (кисты жаберных щелей, кисты щито-язычного протока, ларингоцеле и др.)
5. Травматическое повреждение трахеи, гортани, сосудов.

Слайд 45

МСКТ-планирование дентальной имплантации.

До появления МСКТ с возможностью выполнения многоплоскостных реконструкций планирование дентальной имплантации осуществлялось на основе панорамных и внутриротовых рентгенограмм. Существенным недостатком этих методик является невозможность измерения толщины альвеолярного отростка, определения расстояния до канала нижнечелюстного нерва, что имеет принципиально важное значение для правильного расположения имплантов и предупреждения послеоперационных осложнений. Возможности МСКТ были высоко оценены стоматологами и ортодонтами, рутинно использующими в настоящее время результаты дентальной МСКТ для оптимизации лечения пациентов. Совместно со стоматологами рентгенологи определяют плотность костной

ткани, общее состояние верхней и нижней челюстей, выполняют измерения альвеолярного отростка, определяют соотношения зубов и прилежащих структур, таких как верхнечелюстная пазуха, нижнечелюстной канал, подбородочное отверстие.

Показания:

1. Разметка и планирование дентальной имплантации
2. Уточнения характера и степени поражения челюстей (кисты, опухоли)

Слайд 48

МСКТ головного мозга

КТ головного мозга является базовой методикой визуализации при необходимости исключения очагового поражения головного мозга, несмотря на то, что возможности МРТ превосходят МСКТ в выявлении поражений головного мозга. Точность МСКТ с внутривенным контрастированием сопоставима с точностью МРТ при объемном поражении больших полушарий головного мозга и его оболочек (неопластических и гнойных процессах), однако существенно уступает ей при инфекционных и демиелинизирующих процессах. У пациентов с травмой головы МСКТ должна выполняться в экстренном порядке, с минимальной коллимацией рентгеновского пучка для детальной оценки переломов костей черепа, выявления внутричерепного кровоизлияния, контузии головного мозга.

Слайд 49

Трехмерные реконструкции в таких случаях особенно полезны для планирования последующих реконструктивно-пластических операций, особенно в сочетании с современными возможностями моделирования аллотрансплантатов из пластика для закрытия дефектов черепа. При подозрении на острое нарушение мозгового кровообращения МСКТ позволяет не только немедленно дифференцировать геморрагический и ишемический инсульты, но также прогнозировать конечную степень ишемического повреждения ткани мозга и определить показания для тромболитической терапии. С развитием технологии мультиспиральной томографии и программ подавления артефактов стала возможной МСКТ-диагностика инсультов в стволовых структурах мозга, т.е. в области ранее доступной только для МРТ.

Слайд 50

Показания

1. ОНМК – дифференциальная диагностика геморрагического и ишемического инсульта, выявление осложнений.
2. Диагностика венозного тромбоза, субдуральной, эпидуральной гематомы, субарахноидального кровоизлияния
3. Первичная диагностика опухоли головного мозга
4. Диагностика гнойного менингита и его осложнений
5. Головная боль, быстро прогрессирующая или сопровождающаяся очаговой неврологической симптоматикой или длительная (более 2-3 месяцев) головная боль, не объясняемая другими причинами.
6. Черепно-мозговая травма, сопровождающаяся потерей сознания, ликвореей, очаговой неврологической симптоматикой, внутричерепной гипертензией, эпилептическим приступом, рвотой, при наличии проникающего ранения, открытого или вдавленного перелома костей черепа, симптомов перелома основания черепа.
7. Диагностика селлярных опухолей (при невозможности проведения МРТ)

Противопоказания

1. Общие противопоказания для внутривенного введения йод-содержащих контрастных препаратов (если планируется КТ с внутривенным контрастированием):
2. Креатинин сыворотки > 1,5 мг/дл (>130 мкм/л)
3. Тяжелые реакции на йод-содержащие контрастные препараты в анамнезе (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги)
4. Бронхиальная астма тяжелого течения
5. Гипертироз

Слайд 52

Показания

1. Диагностика сосудистых заболеваний головного мозга (аневризмы, мальформации), в т.ч. у пациентов с субарахноидальным кровоизлиянием
2. При ишемическом инсульте - определение уровня окклюзии внутримозговых сосудов, визуализация путей коллатерального кровотока, контроль эффективности тромболизиса
3. Выявление венозного тромбоза
4. Оценка синусов твердой мозговой оболочки у пациентов с менингиомами

Слайд 53

Перфузионная МСКТ головного мозга

Показания

1. Диагностика ишемического инсульта в острой/острой стадии и дифференциация зон обратимого/необратимого повреждения ткани мозга
2. Определение степени снижения мозгового кровотока при ишемическом инсульте
3. Хронический стеноз экстра-, и/или интракраниальных артерий
4. Оценка опухолей головного мозга (определение зоны биопсии)

Противопоказания

1. Общие относительные противопоказания для внутривенного введения йод-содержащих контрастных препаратов:
2. Креатинин сыворотки $> 1,5$ мг/дл (> 130 мкм/л)
3. Тяжелые реакции на йод-содержащие контрастные препараты в анамнезе (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги).
4. Бронхиальная астма тяжелого течения
5. Гипертироз

Слайд 54

В последние годы после внедрения в клиническую практику методики многослойного спирального сканирования, использования протоколов с низкими скоростями введения контрастных веществ (КВ) и внедрения более

совершенных программ обработки получило развитие динамическое отображение перфузии при помощи КТ (ПКТ - перфузионная КТ, РСТ-perfusion computed tomography). Методика позволяет проводить количественную оценку церебрального кровотока, выполняется быстро, является экономически эффективной и нетравматичной для пациентов. Она даёт два неоспоримых преимущества при диагностике

инсультов:

- области мозга с нарушением перфузии могут обнаруживаться сразу же после появления клинической симптоматики;
- данные о состоянии кровотока в тканях по результатам КТ дают возможность врачу отличить

необратимо повреждённые инфарктом ткани головного мозга и потенциально обратимые

изменения, располагающиеся в области, так называемой, пенумбры или полутени 1.2.

Таким образом появляется возможность проведения своевременного лечения инсульта с учётом индивидуальных особенностей мозгового кровотока пациента.

Слайд 55

Теоретические основы метода

Метод ПКТ основан на внутривенном введении контрастного вещества, прохождение которого по церебральной сети капилляров отслеживается при помощи серии КТ-срезов. Разработано несколько технических реализаций ПКТ с различными алгоритмами последующей обработки полученных данных, отличающихся по используемой математической модели кинетики контрастного вещества. На основании данных об изменении рентгеновской плотности элементов изображения по мере прохождения контрастного вещества строится график зависимости плотности (т. е. изменения концентрации контрастного вещества в каком-либо элементе среза) от времени (*time-density curve, TDC*). Для получения исходных значений плотности используются первые срезы, выполненные еще до поступления контрастного вещества в сосудистую сеть головного мозга. Впоследствии они вычитаются из значений плотности, полученных при контрастном усилении. График «время-плотность» строится для проекций крупной

внутричерепной артерии и вены, что позволяет определить артериальную (поступление контрастного вещества с кровью) и венозную (выведение контрастного вещества из церебрального русла) функции. Последние являются основой для дальнейшего расчета перфузионных параметров (CBV, CBF и MTT) в каждом пикселе среза. В отличие от других методов оценки церебральной перфузии, таких как ПЭТ и Хе КТ, при анализе данных ПКТ считается, что контрастное вещество не диффундирует, не метаболизируется и не адсорбируется в капиллярной сети по мере прохождения. Для вычисления перфузионных параметров, как правило, используются методы, основанные на деконволюции (математической операции восстановления истинной формы сигнала после его искажении при регистрации), и реже - другие алгоритмы (метод касательной, метод определения микроваскулярной проницаемости и др.).

Слайд 56

Параметры определяемые при ПКТ

- **Церебральный объем крови (*cerebral blood volume, CBV*)** — общий объем крови в выбранном участке мозговой ткани. Это понятие включает кровь как в капиллярах, так и в более крупных сосудах - артериях, артериолах, венулах и венах. Данный показатель измеряется в миллилитрах крови на 100 г мозгового вещества (мл/100 г).
- **Церебральный кровоток (*cerebral blood flow, CBF*)** - скорость прохождения определенного объема крови через заданный объем ткани мозга за единицу времени. CBF измеряется в миллилитрах крови на 100 г мозгового вещества в минуту (мл/100 г x мин).
- **Среднее время прохождения (*mean transit time, MTT*)** -среднее время, за которое кровь проходит по сосудистому руслу выбранного участка мозговой ткани, измеряется в секундах (сек).

Слайд 57

Методика проведения исследований

В клинических условиях, как правило, используется протокол динамической ПКТ при первом прохождении КВ. При заблаговременной подготовке к исследованию (установка внутривенного катетера, подготовка автоматического инжектора и т. д.) для полного выполнения протокола и последующей реконструкции изображений требуется от 7 до 15 мин. Во время быстрого введения йодсодержащего КВ (обычно объемом 40 мл со скоростью 4-8 мл/сек) начинается динамическое сканирование исследуемых областей, т. е. вращение рентгеновской трубки со скоростью 1 срез в секунду без перемещения стола томографа. Обычно проводится 4 среза толщиной от 0,5 до 0,8 мм. При отсутствии данных других методов нейровизуализации, позволяющих оценить расположение очага, срезы обычно проводятся на уровне глубоких структур мозга и базальных ганглиев с захватом супратенториальных участков, кровоснабжаемых передней, средней и задней мозговыми артериями. Эквивалентная доза облучения при ПКТ составляет 2,0-3,4 мЗв, что ненамного превышает дозу облучения при обычной КТ головы (1,5-2,5 мЗв), меньше, чем при проведении ПЭТ и ОФЭКТ, и сравнимо с КТ с ксеноновым усилением.

Слайд 60

Преимущества и недостатки ПКТ

Основными проблемами, связанными с внедрением ПКТ, являются использование рентгеновского излучения и КВ, а также и ограниченность зоны охвата головного мозга. В настоящее время разрабатываются сканеры с большим массивом детекторов, способные выполнять «объемное» сканирование с ориентировочной оценкой перфузии всего мозга. Кроме того, в связи с наличием костных артефактов ПКТ нельзя использовать для исследования ишемических очагов в задней черепной ямке. Остается неопределенной роль ПКТ в прогнозе осложнений интервенционной терапии, в отличие от SPECT и КТ с ксеноновым усилением. Необходима стандартизация техники получения данных (например, выбор зоны артерии и вены, от которого зависят количественные значения параметров), а также изучение воспроизводимости и возможности сравнения данных в зависимости от сканера и оператора.

Несомненными достоинствами ПКТ являются возможность количественной оценки перфузионных показателей с созданием параметрических карт CBF, CBV и MTT отсутствие потребности в специальном аппаратном обеспечении

и радиофармпрепаратах, широкая распространенность мультidetекторной и спиральной КТ. Кроме того, имеется возможность сочетания различных методик КТ (в частности, КТА). К положительным моментам относятся также быстрота выполнения методики и относительно низкая чувствительность к движениям пациента, что особенно важно в ургентных условиях.

Лекция «УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ»

В 1794-ом году Спалланцани заметил, что если у летучей мыши заткнуть уши, она теряет ориентировку, он и предположил, что ориентация в пространстве осуществляется посредством излучаемых и воспринимаемых невидимых лучей.

В лабораторных условиях ультразвук впервые получен в 1830-ом году братьями Кюри. После второй мировой войны Холмэс на основании принципа сонара-прибора, применявшегося в подводном флоте, сконструировал диагностические установки, получившие распространение в акушерстве, неврологии и офтальмологии. В последующем совершенствование УЗ-аппаратов привело к тому, что данный метод в настоящее время стал самым распространенным при визуализации паренхиматозных органов. Диагностическая процедура непродолжительна, безболезненна и может многократно повторяться, что позволяет осуществлять контроль за процессом лечения.

Ультразвуковой метод предназначен для дистантного определения положения, формы, величины, структуры и движения органов и тканей организма, а также для выявления патологических очагов с помощью УЗ-излучения.

Ультразвуковые волны – это механические, продольные колебания среды, с частотой колебаний выше 20 кГц.

В отличие от электромагнитных волн (свет, радиоволны и т.д.) для распространения У- звука необходима среда – воздух, жидкость, ткань (он не распространяется в вакууме).

Как и все волны, У-звук характеризуется следующими параметрами:

- Частота - число полных колебаний (циклов) за период времени в 1 сек. Единицами измерения являются герц, килогерц, мегагерц (Гц, кГц, МГц). Один герц-это колебание в 1 сек.
- длина волны - это длина, которую занимает в пространстве одно колебание. Измеряется в метрах, см, мм, и тд.
- Период - это время, необходимое для получения одного полного цикла колебаний (сек, миллисек., микросек.).
- Амплитуда (интенсивность – высота волны) – определяет энергетическое состояние.
- Скорость распространения - это скорость, с которой У-волна перемещается в среде.

Частота, период, амплитуда и интенсивность определяется источником звука, а скорость распространения – средой.

Скорость распространения ультразвука определяется плотностью среды. Например, в воздухе скорость составляет 343 м. в сек., в легких – более 400, в воде – 1480, в мягких тканях и паренхиматозных органах от 1540 до 1620 и в костной ткани ультразвук продвигается более 2500 м. в секунду.

Усредненная скорость распространения ультразвука в тканях человека составляет 1540 м/с - на эту скорость запрограммировано большинство ультразвуковых диагностических приборов.

Основой метода является взаимодействие ультразвука с тканями человека, которое складывается из двух составляющих:

Первая - излучение коротких ультразвуковых импульсов, направленное в исследуемые ткани;

Вторая - формирование изображения на основе отраженных тканями сигналов.

Для получения ультразвука используются специальные преобразователи - датчики или трансдюсеры, которые превращают электрическую энергию в энергию ультразвука. Получение ультразвука базируется на обратном пьезоэлектрическом эффекте. Суть эффекта состоит в том, что подаче электрического напряжения на пьезоэлектрический элемент происходит изменение его формы. При отсутствии электрического тока пьезоэлемент возвращается к исходной форме, а при изменении полярности вновь произойдет изменение формы, но уже в обратном направлении. Если к пьезоэлементу приложить переменный ток, то элемент начнет с высокой частотой колебаться, генерируя ультразвуковые волны.

При прохождении через любую среду будет наблюдаться ослабление ультразвукового сигнала, которое называется импедансом (за счет поглощения энергии средой). Величина его зависит от плотности среды и скорости распространения ультразвука в ней. Достигнув границы двух сред с различным импедансом происходят следующие изменения: часть УЗ-волн отражается и следует обратно в сторону датчика, а часть продолжает распространяться дальше, чем выше импеданс, тем больше отражается УЗ-волн. Коэффициент отражения также зависит от угла падения волн – прямой угол, дает наибольшее отражение.

(на границе воздух - мягкие ткани происходит практически полное отражение ультразвука, в связи с чем, для улучшения проведения ультразвука в ткани тела человека, используют соединительные среды - гель).

Возвращающиеся сигналы вызывают колебания пьезоэлемента и преобразуются в электрические сигналы – прямой пьезоэлектрический эффект.

В ультразвуковых датчиках применяются искусственные пьезоэлектрики, такие, как цирконат или титанат свинца. Они представляют собой сложные устройства и в зависимости от способа развертки изображения, делятся на датчики для приборов медленного сканирования, как правило одноэлементные и быстрого сканирования в режиме реального времени - механические (многоэлементные) и электронные. В зависимости от формы получаемого изображения различают секторные, линейные и конвексные (выпуклые) датчики. Кроме этого существуют внутриполостные (транспищеводный, трансвагинальный, трансректальный, лапароскопические и внутрипросветные) датчики.

Преимущества приборов быстрого сканирования: возможность оценивать движения органов и структур в реальном времени, значительное сокращение времени на проведение исследования.

Преимущества секторного сканирования:

- большая зона обзора на глубине, позволяющая охватывать весь орган, например, почку или зародыш ребенка;
- возможность сканирования через небольшие «окна прозрачности» для ультразвука, например, в межреберье при сканировании сердца, при обследовании женских половых органов.

Недостатки секторного сканирования:

- наличие «мертвой зоны» 3-4 см от поверхности тела.

Преимущества линейного сканирования:

- незначительная «мертвая зона», что дает возможность обследовать приповерхностные органы;
- наличие нескольких фокусов по всей длине луча (так называемая динамическая фокусировка), что обеспечивает высокую четкость и разрешающую способность по всей глубине сканирования.

Недостатки линейного сканирования:

- более узкое поле обзора на глубине по сравнению с секторным сканированием, что не позволяет «видеть» сразу весь орган;
- невозможность сканирования сердца и затрудненное сканирование женских половых органов.

По принципу действия УЗ-датчики делятся на две группы:

- Эхоимпульсные – для определения анатомических структур, их визуализации и измерения.
- Допплеровские – позволяют получать кинематическую характеристику (оценка скорости кровотока в сосудах и сердце).

В основе этой способности лежит эффект Допплера - изменение частоты принимаемого звука при движении крови относительно стенки сосуда. При этом звуковые волны, излучаемые в направлении движения как бы сжимаются, увеличивая частоту звука. Волны, излучаемые в обратном направлении, как бы растягиваются, вызывая уменьшение частоты звука. Сопоставление исходной частоты ультразвука с измененной, позволяет определить доплеровский сдвиг и рассчитать скорость движения крови в просвете сосуда.

Таким образом, импульс УЗ-волн, генерируемый датчиком, распространяется по ткани, и достигнув границы тканей с различной плотностью отражается в сторону трансдьюсера. Полученные электрические сигналы поступают на высокочастотный усилитель, обрабатываются в электронном блоке и отображаются в виде:

- одномерного (в форме кривой) – в виде пиков на прямой, который позволяет оценить расстояние между слоями тканей,

например в офтальмологии (А-метод «амплитуда»), либо исследовать движущие объекты, например, сердце (М-метод).

- двухмерного (В-метод, в виде картинки) изображения, что позволяет визуализировать различные паренхиматозные органы и сердечно-сосудистую систему.

Для получения изображения в ультразвуковой диагностике используется ультразвук, который излучается трансдьюсером в виде коротких ультразвуковых импульсов (импульсный).

Для характеристики импульсного ультразвука используются дополнительные параметры:

- Частота повторения импульсов (число импульсов, излучаемых в единицу времени - секунду), измеряется в Гц и кГц.
- Продолжительность импульса (временная протяженность одного импульса), измеряется в сек. и микросекундах.
- Интенсивность ультразвука - это отношение мощности волны к площади по которой распределяется ультразвуковой поток. Измеряется в ваттах на квадратный сантиметр и, как правило, не превышает 0,01 Вт/кв.см.

В современных ультразвуковых приборах для получения изображения используется ультразвук частотой от 2 до 15 МГц.

В ультразвуковой диагностике обычно применяют датчики с частотами 2,5; 3,0; 3,5; 5,0; 7,5 мегагерц. Чем ниже частота ультразвука, тем больше глубина его проникновения в ткани, ультразвук с частотой 2,5 МГц проникает до 24 см, 3-3,5 МГц – до 16-18 см; 5,0 МГц – до 9-12 см; 7,5 МГц до 4-5 см. Для исследования сердца применяют частоту – 2,2-5 МГц, в офтальмологии – 10-15 МГц.

Биологическое действие ультразвука и его безопасность для больного постоянно дискутируется в литературе. Ультразвук может вызвать биологическое действие путем механических и тепловых воздействий. Затухание ультразвукового сигнала происходит из-за поглощения, т.е. превращения энергии ультразвуковой волны в тепло. Нагрев тканей увеличивается с увеличением интенсивности излучаемого ультразвука и его частоты. Ряд авторов отмечают т.н. кавитацию - это образование в жидкости пульсирующих пузырьков, заполненных газом,

паром или их смесью. Одной из причин возникновения кавитации может являться ультразвуковая волна.

Исследования, связанные с воздействием ультразвука на клетки, экспериментальные работы на растениях и животных, а также эпидемиологические исследования позволили сделать Американскому институту ультразвука следующее заявление:

«Никогда не сообщалось о подтвержденных биологических эффектах у пациентах или лиц, работающих на приборе, вызванных облучением ультразвуком, интенсивность которого типична для современных ультразвуковых диагностических установок. Хотя существует возможность, что такие биологические эффекты могут быть выявлены в будущем, современные данные указывают, что польза для больного при благоразумном использовании диагностического ультразвука перевешивает потенциальный риск, если таковой вообще существует».

Для исследования каких органов и систем используется УЗ-метод?

- Паренхиматозные органы брюшной полости и забрюшинного пространства, включая и органы малого таза (зародыш и плод).
- Сердечно-сосудистая система.
- Щитовидная и молочные железы.
- Мягкие ткани.
- Мозг новорожденного.

Какие критерии используются при УЗ-исследованиях:

1. КОНТУРЫ – четкие, ровные, неровные.
2. ЭХОСТРУКТУРА:
 - Жидкостная;
 - Полужидкостная;
 - Тканевая – большей или меньшей плотности.

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕЧЕНИ.

Обследование печени производят в правом подреберье. Изображение, получаемое при УЗИ, состоит из множества томографических срезов, и исследователю приходится проводить мысленную реконструкцию данных срезов.

Различаются 4 доли (правая, левая, квадратная, хвостатая) и 8 анатомических сегментов.

Эхография позволяет дифференцировать:

- печеночные вены и их мелкие ветви
- ветви воротной вены
- ветви печеночной артерии
- желчевыводящие протоки.

Методика доплеровского исследования позволяет в подавляющем числе случаев дифференцировать эти структуры по разности скоростей и направления кровотока в них.

Структура паренхимы не измененной печени представлена мелкозернистым изображением, состоящим из множества мелких точечных и линейных структур, равномерно расположенных по всей площади полученного среза. Вариантом нормы может быть крупнозернистое изображение, при условии сохранения однородности ткани.

По эхогенности ткань нормальной печени сопоставима или несколько превышает эхогенность коркового вещества почки (являющегося эталоном при отсутствии патологии в нем). Еще одним важным признаком считается хорошая звукопроводимость органа, возможна отчетливая визуализация глубоких отделов печени и диафрагмы. Звукопроводимость характеризует отражающую, поглощающую и рассеивающую способности ткани. Чем больше изменений присутствует в ткани (жировых, фиброзных и т.д.), тем хуже ее звукопроводимость и, соответственно, хуже визуализация глубоко расположенных отделов и структур.

Желчевыводящая система, исследуемая при эхографии, представлена желчевыводящими протоками и желчным пузырем. Желчевыводящие протоки по анатомо-функциональным признакам подразделяются на внутripеченочные и внепеченочные.

К внутripеченочным относятся дольковые, субсегментарные, сегментарные, долевыe.

Внепеченочные включают в себя общий печеночный, общий желчный проток (холедох) и проток желчного пузыря.

В желчном пузыре выделяют несколько отделов: дно, тело, шейка. Стенки ЖП состоят из нескольких слоев (слизистой, мышечной, субсерозной и серозной оболочек). В норме в полости ЖП содержится жидкая желчь.

После приема пищи происходит постепенное сокращение желчного пузыря, приводящее к изменению его формы, размеров и толщины стенок. (оценка функции).

УЗИ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ.

Ультразвуковой метод исследования в режиме реального времени, позволил поставить визуализацию поджелудочной железы в ряд безопасных и рутинных исследований.

ПЖ располагается в надчревной области и левом подреберье. В поджелудочной железе различают три отдела (головку, тело и хвост) и три поверхности (передняя, нижняя и задняя).

В ткани железы располагается протоковая система, состоящая из главного панкреатического протока и его множественных мелких ветвей. Внутренняя структура ткани железы представлена дольками ацинарного типа, образованными эпителиально-железистой тканью и островковыми элементами, разделенными прослойками соединительной ткани.

Эхогенность ПЖ в норме сравнивается с эхогенностью печени и окружающей клетчатки. В средней и старшей возрастной группе (после 40 лет) эхогенность повышается, печень выглядит темнее ПЖ.

УЗИ СЕЛЕЗЕНКИ.

Узи селезенки проводится при каждом обследовании органов брюшной полости. Показаниями к ее исследованию являются подозрения на аномалию развития, повреждения селезенки, инфекционные заболевания, болезни крови, хронические заболевания паренхимы печени, приводящие к изменениям в портальной системе.

В норме площадь селезенки до 40-45 см.кв. Более 50 см кв. - спленомегалия. Расположена она под диафрагмой, имеет две поверхности - наружная-диафрагмальная и внутренняя-висцеральная и два полюса - верхний и нижний.

Эхогенность селезенки сравнивается с эхогенностью печени (в норме выше или равна).

УЗИ почек.

Почки расположены забрюшинно. Левая несколько ниже правой. Форма - бобовидная или овальная. Контур ровный, паренхима не однородна, состоит из коркового и медуллярного вещества.

Эхогенность коркового в-ва обычно чуть ниже или сопоставима с эхогенностью нормальной печени.

Предстательная железа располагается в малом тазу между мочевым пузырем и передней стенкой прямой кишки и мочеполовой диафрагмой. Предстательная железа плотно охватывает шейку мочевого пузыря и простатическую уретру, а так же семявыбрасывающие протоки.

При обычном трансабдоминальном исследовании предстательная железа имеет треугольную или полулунную форму. Контур железы ровный, четкий из-за наличия тонкой гиперэхогенной капсулы толщиной 1-2 мм. Эхоструктура железы определяется наличием железистой и фибро-мышечной ткани. Железистая ткань имеет

эхогенность, сопоставимую с эхогенностью нормальной ткани печени. Фибромускулярная строма имеет более низкую эхогенность, чем железистая ткань. При трансректальном исследовании, благодаря высокой разрешающей способности можно визуализировать отдельно различные фибромускулярные слои, периферическую и центральную железистые зоны, их внутреннюю структуру.

УЗИ В АКУШЕРСТВЕ И ГИНЕКОЛОГИИ.

Широкое внедрение ультразвукового метода в акушерско-гинекологическую службу способствовало значительному улучшению распознавания патологии репродуктивной сферы женщины.

Анатомически органы малого таза представляют собой изолированную область, отграниченную сверху глубокой фасцией поперечно-полосатых мышц живота, а снизу и латерально - костями малого таза. При этом женские половые органы располагаются в пространстве между мочевым пузырем (сверху), прямой кишкой (снизу), ректо-сигмоидным отделом толстой кишки справа и дистальной частью сигмы слева. Такое «удобное» в анатомическом отношении положение матки и яичников обеспечивает хорошую визуализацию этих органов в процессе УЗИ. Чтобы получить наиболее полную и объективную эхографическую информацию о состоянии репродуктивной сферы требуется осуществить 2-х этапное обследование, в котором первый этап - трансабдоминальное (обзорное) сканирование с наполненным мочевым пузырем, а второй – трансвагинальное (с опорожненным пузырем).

При продольном сканировании отчетливо визуализируются: мочевой пузырь, матка, эндометрий, шейка матки, влагалище, прямая кишка, кортикальный слой яичников и фолликулы обычно выявляемые в периферических отделах.

УЗИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ.

Патология щитовидной железы встречается у 8% взрослого населения земного шара. Показания к проведению УЗИ щитовидной железы:

- пальпируемые образования Щ.Ж.
- наличие объемного образования в передних отделах шеи.
- жалобы на удушье, повышенную нервозность, беспричинный кашель.
- контроль за эффективностью проводимого лечения при заболеваниях щитовидной железы.
- подозрение на рецидив заболевания (рак, узловой зоб) щитовидной железы.

Для ультразвукового исследования ЩЖ специальной подготовки не требуется. Стандартным является положение лежа на спине с подложенным под плечевой пояс валиком. Используют датчики 5-10 МГц (чаще-7,5 МГц.)

При УЗИ щитовидной железы оцениваются:

- железа в целом
- расположение железы
- размеры, контуры, форма, эхоструктура
- взаимоотношения щитовидной железы с окружающими структурами.
- состояние регионарных зон лимфооттока.

После 45 лет размеры ее уменьшаются. Эхогенность нормальной щитовидной железы всегда выше эхогенности окружающих мышц. Повышение эхогенности паренхимы железы характеризуется увеличением количества отражений высокой интенсивности. Как правило такая эхографическая картина наблюдается при уменьшении количества коллоида в фолликулах, отложении в них амилоида, разрастании соединительной ткани и кальцинировании тиреоидной ткани. Понижению эхогенности характеризуется уменьшением отражений от внутренней структуры. Это может наблюдаться при повышении гидрофильности тиреоидной ткани (на фоне увеличения

содержания коллоида, отека, увеличения васкуляризации паренхимы), а так же замещения тиреоидной ткани опухолевой.

УЗИ МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ.

Наиболее распространенным методом исследования молочных желез является рентгеновская маммография, наряду с ней с успехом применяется ультразвуковая маммография (УЗМ).

Использование дополнительных к РМ методов диагностики и применение других алгоритмов обследования, позволяет более точно оценить изменения в молочных железах и вовремя распознать злокачественный процесс. Для исследования молочных желез необходимо использовать датчики, частотой не ниже 5 МГц. Для детализации выявленных изменений используют датчики с более высокой резонансной частотой. Ультразвуковые аппараты последнего поколения оснащены специализированными малогабаритными высокочастотными датчиками 7,5-15,0 МГц с динамической фокусировкой. В этих датчиках сочетается высокая разрешающая способность и лучшая контрастность при уменьшении зернистости получаемого изображения.

Показания к УЗИ молочных желез:

- диф. д-ка кист и солидных образований, выявленных при пальпации и РМ.

- обследование рентгенологически плотных молочных желез

- обследование мол. желез у кормящих матерей и беременных женщин.

- обследование мол. желез у женщин до 30 лет

- обследование мол. желез у детей и подростков обоего пола

- обследование мол. желез в острый период травмы или воспаления.

- оценка состояния силиконовых протезов молочных желез.

-УЗ-контроль после пункционной биопсии пальпируемых образований в молочных железах и окружающих тканях

-обследование грудных желез у мужчин

-оценка уплотнений неясной этиологии в молочных железах

-как дополнение к РМ в группе женщин предменопаузального периода

-как дополнение к РМ при неоднозначных рентгенологических заключениях.

Для оценки локализации патологических процессов молочную железу разделяют на:

1) надсосковый, подсосковый сегменты и околососковую область.

2) четыре квадранта (верхний наружный, нижний наружный, нижний внутренний, верхний внутренний) и околососковую область.

3) секторы по аналогии с цифрами на часовом циферблате.

Осмотр мол. желез проводят перемещая датчик из наружных отделов к соску. Завершают осмотр молочных желез анализом состояния регионарных зон лимфооттока. Для поиска патологически измененных лимфатических узлов выделяют :

-подмышечную зону

-подключичная зона

-надключичная зона

-переднегрудная зона

На первом (скрининговом) этапе оцениваются :

-состояние, количество и характер распределение стромы, железистых структур, млечных протоков и жировой ткани

-четкость дифференциации тканей молочных желез (с указанием при необходимости причины их плохой детализации)

-нарушения архитектоники молочных желез с отнесением их к группе диффузных или очаговых (описываются их расположение и размеры). В завершение - состояние регионарных зон лимфооттока.

Паренхима молочной железы представлена сложными альвеолярно-трубчатыми железами, собранными в мелкие доли, из которых формируются доли.

Периоды возрастной перестройки молочной железы:

1-постепенная потеря железистых структур молочной железы (35-40 лет)

2-утолщение цилиндрического эпителия протоков, связанное с уменьшением кол-ва миоэпителиальных клеток, нерегулярным утолщением базальной мембраны и особенно с фиброзной перестройкой соединительной ткани (40-45 лет).

3-дилатация, а иногда и кистозное расширение некоторых млечных каналов, зажатых фиброзной тканью(45-50 лет)

4-медленная облитерация млечных протоков, а так же сосудов маленького калибра (после 50 лет), в этот период параллельно со склерозом соединительной ткани происходит избыточное образование жировой ткани.

Инволютивные процессы молочных желез носят неодновременный характер. Всегда можно отметить преобладание того или иного процесса.

Поиски по улучшению диагностических возможностей ультразвука продолжаются: внедряются в практику цветные и трехмерные изображения, практикуется одновременное проведение эхографии и гастроуденоскопии, лапароскопии и других методов эндоскопии. Ультразвуковые исследования все шире сочетаются с проведением прицельной биопсии для цитологического анализа и проведения малоинвазивного лечения.

Магнитно-резонансная томография

В 1946 году двое ученых из США – Ф.Блох и Р.Парселл открыли явление ядерного магнитного резонанса (ЯМР). В 1971 году явление ЯМР впервые было использовано в медицине. Американский врач Р.Дамадиан при помощи магнитно-резонансной спектроскопии (МРС), основанной на использовании ЯМР, показал возможность диагностики биохимических изменений в организме. Первая работа, посвященная использованию ЯМР для получения изображения, опубликованная в 1973 году американским химиком П.Лаутербуром, стала предвестником развития магнитно-резонансной томографии (МРТ) – метода лучевой диагностики, основанного на использовании явления ЯМР, возникающего в объекте исследования.

Явление ЯМР возникает в магнитном поле, поэтому одной из основных частей любого магнитно-резонансного томографа (МР-томографа) является большой магнит, создающий постоянное магнитное поле. Большой размер магнита необходим для того, чтобы в находящуюся в его центральной части апертуру можно было поместить исследуемого пациента. При помещении в магнитное поле объекта исследования, находящиеся в нем ядра атомов, выстраиваясь вдоль силовых линий поля, вращаются с определенной частотой. Все МР-томографы настроены на взаимодействие с ядрами водорода (^1H), так как их относительная доля в биологических тканях наиболее велика. Частота вращения ядер водорода в магнитных полях МР-томографов в цифровом выражении соответствует электромагнитным волнам радиоволнового диапазона.

Для возникновения явления ЯМР необходимо при помощи радиоволнового импульса передать ядрам водорода дополнительную энергию. Обязательным условием передачи энергии, при котором возникает явление ЯМР, является полное совпадение частоты вращения ядер с частотой радиоволн. Для передачи радиочастотного импульса применяются передающие радиочастотные катушки. После подачи импульса ядра водорода получают дополнительную энергию и переходят на более высокий энергетический уровень.

Через доли секунды происходит обратное выделение энергии попавшими в резонанс протонами водорода. Для регистрации выделяемой энергии используются приемные радиочастотные катушки, в которых возникает слабый электрический ток, подвергающийся математической обработке в компьютере. Каждая точка исследуемого анатомического слоя излучает сигналы, последующая математическая обработка которых позволяет построить МР-томографическое изображение.

Естественная контрастность тканей на МР-томограммах зависит от многих факторов. Прежде всего, она обусловлена плотностью ядер водорода в исследуемой ткани. Так анатомические области с малым количеством ядер всегда индуцируют малоинтенсивный МР-сигнал и на МР-томограммах им соответствуют гипоинтенсивные (темные) участки (Рис.1). Также на естественную контрастность тканей при МРТ влияют времена релаксации

T1 и T2, характеризующие процесс возвращения ядер водорода в первоначальное состояние после выделения ими поглощенной энергии радиочастотного импульса. Вследствие этого вода и другие жидкости, имеющие в своем составе большое количество протонов, не всегда дают интенсивный сигнал и могут выглядеть на МР-томограммах гипоинтенсивными, изоинтенсивными (средней яркости) и гиперинтенсивными (яркими) (Рис.2). Также на естественную контрастность тканей при МРТ влияют скорость движения молекул в исследуемом объекте, количество молекул больших размеров (протеинов), наличие в зоне исследования парамагнитных ионов или молекул и ряд других факторов. В значительной степени естественная контрастность тканей определяется параметрами сканирования – типом импульсной последовательности, временами повторения, эхо и инверсии (TR, TE и TI). В зависимости от преимущественного влияния на контрастность перечисленных факторов, различают T1-, T2-взвешенные и ряд других видов изображения (T2*-, PD-взвешенные изображения, изображения, полученные в режимах STIR, FLAIR и ряд других).

В большинстве случаев при проведении МРТ естественной контрастности тканей достаточно для выявления патологического очага и определения его характеристик. Однако встречаются ситуации, когда необходимо проведение исследования с искусственным контрастированием.

Наиболее часто для искусственного контрастирования при проведении МРТ используются гадолинийсодержащие (Gd^{3+}) вещества. Атомы гадолиния, взаимодействуя с окружающими их молекулами воды, уменьшают время T1 входящих в их состав ядер водорода, за счет чего они становятся источником гиперинтенсивного сигнала на T1-взвешенных изображениях.

Метод МРТ обладает многими положительными особенностями. Одной из главных является отсутствие лучевой нагрузки - проведение МРТ не требует применения ионизирующих излучений и не сопровождается нежелательными радиобиологическими реакциями. Также к достоинствам МРТ относится возможность получения изображений в любой плоскости без перемены положения пациента. Несомненным преимуществом метода является возможность получения отчетливого контрастного изображения мягкотканых структур, чаще всего без предварительной подготовки к исследованию.

К недостаткам МРТ можно отнести сравнительно высокую стоимость и достаточно длительное (20-30 минут) время исследования.

Несмотря на безвредность, метод МРТ имеет противопоказания. Абсолютным противопоказанием к проведению МРТ является наличие у пациента искусственного водителя ритма, работа которого в сильном магнитном поле нарушается, что может представлять значительную опасность для здоровья и жизни пациента. Также абсолютным противопоказанием является наличие в зоне исследования металлических имплантатов и инородных тел. Во-первых, насильственное движение

металлических объектов в зоне действия сильного магнитного поля может привести к дополнительным повреждениям тканей. Во-вторых, имплантаты, металлические инородные тела, следовое количество металла, остающееся в области оперативного вмешательства, искажают однородность магнитного поля и делают невозможным получение качественной МР-томограммы. Металлические объекты из титана, никелида титана, золота, серебра и других немагнитных металлов, которые не подвержены воздействию магнитного поля, не сдвигаются и не мешают визуализации окружающих их анатомических структур. Наличие металлических зубных протезов в большинстве случаев не является противопоказанием к проведению МРТ. Магнитное поле не в состоянии сдвинуть протезы, но искажение поля может помешать визуализации прилежащих областей (Рис.3).

Проведение МРТ требует длительного времени, в течение которого необходимо сохранять неподвижное положение. В связи с этим к относительным противопоказаниям относится неадекватное поведение пациента. Дети, лица с клаустрофобией и нервно-психическими заболеваниями, в состоянии алкогольного или наркотического опьянения не могут длительно сохранить неподвижное положение, поэтому перед проведением им МРТ необходимо прибегать к анестезиологическому пособию для обеспечения медикаментозного сна. Также к противопоказаниям следует отнести первый триместр беременности. Многократно повторяющиеся радиочастотные импульсы приводят к минимальному нагреву тканей, который значительно увеличивает риск возникновения аномалий развития. Во втором и третьем триместрах беременности МРТ не противопоказана, так как уже закончено формирование органов и систем плода.

Наиболее ярко возможности МРТ проявляются в визуализации головного и спинного мозга. Достаточно высоки возможности метода в исследовании паренхиматозных органов брюшной полости и забрюшинного пространства, средостения, органов малого таза. МРТ - один из самых чувствительных методов раннего выявления инфильтративного (опухолевого, воспалительного) поражения костей. Для исследования легких МРТ малоинформативна.

При рентгенологическом исследовании не визуализируются мягкотканые структуры коленного и височно-нижнечелюстного суставов - мениски, внутрисуставные связки и суставной диск, которые часто являются причиной возникновения и развития патологического процесса. МРТ позволяет отчетливо визуализировать эти мягкотканые структуры и диагностировать их патологические изменения.

При исследовании пациентов с поражениями челюстно-лицевой области МРТ информативна в выявлении характера опухолевого поражения придаточных пазух, орбит, слюнных желез, степени распространенности патологической ткани на прилежащие органы и интракраниального ее распространения.

Рентгенодиагностика заболеваний органов грудной клетки

Анатомия – костный каркас, диафрагма, легкие, средостение в составе которого сердце, сосудистый пучок, пищевод, лимфоидный и связочный компонент.

При исследовании заболеваний ОГК применяются следующие методы:

1. рентгенологический (в т.ч. КТ) при заболеваниях легочной ткани
2. УЗ-метод при заболеваниях ССС
3. МРТ при заболеваниях органов средостения
4. РНД применяется для оценки функционального состояния органов грудной клетки.

В настоящее время Р – метод является «золотым стандартом» диагностики, т.к. несмотря на множество перечисленных методов лучевой диагностики только рентгеновский является методом объективной оценки состояния легочной паренхимы. (до 60% от всех исследований – гр кл)

Правила направления больного на исследование (анамнез, данные объективного осмотра, лабораторные данные) позволяют определить последовательность лучевого обследования. Как правило исследование начинается с Р-снимков в 2-х проекциях на основании которых происходит разграничение «норма-патология».

Что отражено на Р-грамме органов грудной клетки:

1. легочные поля;
2. срединная тень;
3. костные структуры;
4. мягкотканый компонент.

Анализ нормальной Р-граммы. Необходимо уяснить, что изображение негативное и «затемнение» - высокой плотности выглядит как более светлый участок! Легочные поля должны быть одинаковой прозрачности по всем полям.

Классификация Р-симптомов:

- нарушение анатомических соотношений;
- затемнения;
- просветления.

Нарушение анатомических соотношений могут быть обусловлены:

1. деформация скелета (сколиоз, кифоз, асимметрия, аномалии развития);
2. изменения площади легочных полей:
 - расширение срединной тени (гидроперикард, образование средостения);
 - смещение срединной тени:
 - в здоровую сторону за счет повышения давления на пораженной стороне (экссудативный плеврит, пневмоторакс, гидропневмоторакс);
 - в сторону поражения за счет снижения давления в плевральной полости (ателектаз, выраженный пневмофиброз – постпневмонический, посттуберкулезный, постоперационный, посттравматический);
 - изменение высоты стояния купола диафрагмы (высокое или низкое расположение правого, левого либо обоих куполов)
 - торакальные причины (ателектаз, пневмофиброз, спаечный процесс, плеврит, пневмоторакс, эмфизема);
 - абдоминальные причины (асцит, метеоризм, ожирение, опухоли, абсцесс, беременность);

- заболевания диафрагмы (грыжи, релаксация диафрагмы, паралич диафрагмального нерва);

Следующий симптом – «затемнение или снижение пневматизации», обусловленные уплотнением легочной ткани (инфильтрация – воспалительного генеза, ателектаз, опухолевое поражение) или наличием внелегочного процесса (плевриты, гидроторакс).

Важный вопрос стоящий перед врачом – определения внутри- или вне-легкого данный патологический очаг, что и определит тактику лечения (пункция, консервативное лечение).

Затемнения могут быть распространенными и очаговыми.

Распространенные (сегментарные, долевыe, субтотальные, тотальные – локализация как внутри - , так вне -легочная).

Круг диф. Диагностики:

- сегментарные, полисегментарные пневмонии в т.ч. специфические;
- отек легкого
- ателектаз
- гидроторакс

Очаговые – по количеству могут быть множественными и единичными. По величине подразделяются:

Мелкоочаговые – 2-5мм. (как правило множественные – симптом диссеминации – снежной бури).

- Острый милиарный туберкулез
- Хр. Гематогенно-диссеминированный ТБС.
- Мелкоочаговая пневмония
- Пневмокониозы
- Милиарный карциноматоз

Среднеочаговые – 5-20мм.

Крупноочаговые – более 20мм.

Характеристика Р-картины должна включать:

- однотипность, полиморфизм, локализацию, интенсивность, тенденцию к слиянию, контуры, гомогенность, связь с корнем легкого.

В случае единичной тени это могут быть:

- периферический рак легкого
- доброкачественная опухоль
- заполненная киста легкого
- туберкулома
- солитарный метастаз

При наличии нескольких очаговых теней круг дифференциальной диагностики будет следующий:

- очаговая пневмония
- очаговый туберкулез легких
- метастатическое поражение легких

Линейные тени

(морфологический субстрат)

Ветвистые (усиление легочного рисунка, признаки)

Круг дифференциальной диагностики

- застой малого круга кровообращения
- интерстициальная пневмония
- хронический бронхит
- лимфангит

Тяжевидные (морфологический субстрат, признаки)

- пневмосклероз
- пневмофиброз
- фиброторакс

Круг дифференциальной диагностики

- постпневмонический
- посттуберкулезный
- посттравматический
- постоперационный
- бронхоэктазы

Кольцевидные (морфологический субстрат), характеристика

- локализация
- размеры в сантиметрах
- толщина стенки в мм
- характер контуров наружных и внутренних
- наличие соедержимого (жидкость, легочный секвестр)
- окружающий фон

Круг дифференциальной диагностики:

- открытая киста (поликистоз)
- хронический абсцесс
- туберкулезная каверна
- распавшийся периферический рак

СИМПТОМ «ПРОСВЕТЛЕНИЕ»

- распространенные
- ограниченные

Распространенные просветления

- эмфизема легких
- пневмоторакс
- гидропневмоторакс

Ограниченное просветление

- абсцедирующая пневмония
- распад в ателектазе
- распад туберкулезного инфильтрата или очага
- распад ракового узла

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сложность восприятия и ограничения

Суммационный эффект

Сочетание нескольких симптомов

Широкий круг дифференциальной диагностики

Идентификация не всегда возможна (подключение других диагностических методов)

(Корифей-Линденбратен) Проблема ранней диагностики образований легких далека от своего окончательного решения. Однако развитие высоких технологий и внедрение их в медицину открывают новые возможности выявления процесса. Повсеместное внедрение цифровой рентгенографии и компьютерной томографии в России позволят увеличить долю диагностируемых образований легких на начальной стадии процесса.

Периферическими образованиями легких являются овальные или округлые, хорошо контурируемые затемнения размером от 3мм в диаметре. К ним относятся доброкачественные опухоли (гамартохондромы, туберкулемы), периферический рак, солитарные метастазы, либо метастатическое поражение легких при опухолях различных локализаций. Воспалительные заболевания легких - очаговая пневмония, очаговый туберкулез, абсцесс легкого, различные кистозные заболевания и артерио-венозные фистулы.

Цель врача лучевой диагностики заключается не только в выявлении образования, но и в правильной интерпретации полученных данных, последнее, естественно важнее.

Порядок трактовки Р-граммы:

1. оценка качества и правильность установки;
2. оценка костных и мягких тканей;
3. сравнительная оценка легочных полей (верхний, средний, нижний пояс);
4. оценка срединной тени;
5. осмотр диафрагмы и синусов.

При выявлении изменений необходимо определить внутри или вне легкого **локализован** патологический очаг, что позволяет выполнение исследование в боковой проекции (скопия, томография).

Численность (единичная, множественная).

Форма (распространенная, очатовая).

Интенсивность (высокая – костная, средняя и низкая).

Контуры (ровные, четкие, бугристые, размытые, лучистые).

Гомогенность (однородная, участки просветления или уплотнения).

При обследовании больного с округлым образованием легкого рентгеновское исследование решает следующие задачи:

- уточнить наличие и солитарность образования, выявить возможные метастазы, при злокачественном росте;
- изучить размеры, структуру, плотность и контуры образования;

- определить взаимоотношение выявленных изменений с морфологическими структурами корня легкого и средостения;
- уточнить возможное происхождение образования;
- изучить изменения окружающей легочной ткани;
- выявить изменения лимфатических узлов средостения.

Среди основных лучевых методов исследования при заболеваниях легких используются флюорография, рентгенография, рентгеновская компьютерная томография, реже магнитно-резонансная томография. Дополнительно могут применяться рентгеноскопия, бронхография, ангиография, диагностический пневмоторакс и пункционная биопсия.

Наиболее актуальна для России проблема туберкулеза легких, который принял к настоящему времени размах эпидемии. К сожалению, сейчас в большинстве случаев диагностируются поздние стадии, когда больной является активным «выделителем» ВС. 10-15 лет назад выявлялись преимущественно очаговые либо инфильтративные формы, наличие распада воспринималось как ЧП. Мы не будем рассматривать частные вопросы рентгенодиагностики туберкулеза, лишь коротко коснемся диф. диагностических вопросов, туберкуломы и очагового ТВС легких. Необходимо отметить, что последний значительно «постарел», в то время, рак легких – «помолодел».

Рак легкого стал одним из самых грозных заболеваний человека в последние годы. По своей частоте в промышленно развитых странах он уступает только злокачественным заболеваниям желудка. Удельный вес рака легкого среди онкологических заболеваний в России составляет около 15,0%. При этом у мужчин это самая распространенная локализация рака. В 35 индустриальных странах мира данное заболевание является главной причиной смерти среди онкологических больных.

Лекция

«Лучевые методы диагностики заболеваний органов средостения»

Анатомия средостения.

Переднее средостение:

1. Сердце и крупные сосуды.
2. Лимфоузлы.
3. Вилочковая железа.

Заднее средостение:

1. Нервные пучки.
2. Трахея.
3. Пищевод.

Этажи средостения (верхний, средний, нижний).

Дуги сердца (2-е справа. 4-е слева).

Форма сердца у нормостеников, астеников, гиперстеников.

Заболевания органов средостения.

1. Новообразования средостения.
2. Загрудинный зоб.
3. Гиперплазия лимфоузлов средостения.
4. Кисты средостения.
4. Заболевания сердца и крупных сосудов.

Новообразования средостения.

- Неврогенная опухоль (невринома).
- Терато-дермоидное образование (тератома и дермоидная киста).
- Опухоль вилочковой железы (тимома).
- Липома.

Неврогенные опухоли (невриномы).

Среди доброкачественных новообразований средостения неврогенные опухоли лидирующее место.

Неврогенные опухоли могут происходить из симпатического ствола, корешков, оболочек спинного мозга, а также других нервных элементов средостения.

Рентгенологически в паравертебральном отделе выявляется полуокруглая тень с четкими и ровными очертаниями, примыкающая к позвоночнику.

Терато-дермоидные образования – опухолевидные образования, представляющие собой

Результат порока эмбрионального развития...Подразделяются на тератомы и дермоидные кисты.

Чаще всего они занимают средний этаж переднего средостения. В подавляющем большинстве случаев отмечается одностороннее, асимметричное расположение, чаще справа. Важным Рo-логическим признаком тератом является обнаружение в толще опухоли плотных включений: элементов костной ткани в виде зубов, челюстей, фаланг.

Характерным признаком дермоидных кист является их краевое обызвествление в виде скорлупы.

Опухоли вилочковой железы.

Тимома.

Доброкачественные тимомы составляют подавляющее большинство опухолей вилочковой железы – до 80%, однако они обладают довольно высоким индексом малигнизации. Асимметричное расширение срединной тени в среднем отделе переднего средостения с четкими контурами – доброкачественные тимомы. Злокачественный вариант опухоли вилочковой железы проявляется обычно двусторонним расширением срединной тени с нечеткими бугристыми очертаниями.

Липомы.

Они возникают из жировой клетчатки средостения. Чаще всего встречаются в переднем средостении. Рентгенологическая семиотика липом достаточно характерна: в сердечно-диафрагмальном синусе, обычно в правом,

определяется средней интенсивности тень полуокруглой формы, однородная, хорошо очерченная, примыкающая к сердцу и диафрагме.

Зоб щитовидной железы проявляется в виде асимметричной овальной полуокруглой тени, располагающейся в переднем средостении за рукояткой грудины.

Гиперплазия лимфоузлов средостения.

Киста средостения.

■ **Бронхогенная и энтерогенная киста.**

Происходят из бронхов и пищеварительного тракта.

Ро-логическая картина: асимметричное расширение срединной тени в верхнем и среднем этаже средостения.

■ **Киста перикарда.**

Ро-признаком кисты перикарда является полуокруглая тень, расположенная в сердечно-диафрагмальном синусе переднего средостения.

Заболевания сердца и крупных сосудов.

- Пороки сердца.
- Бактериальный эндокардит.
- ПМК, ДХЛЖ.
- Кардиомиопатии.
- Экссудативный перикардит.
- Опухоли сердца (миксома).
- ИБС.
- Гипертоническая болезнь.
-

Ультразвуковое исследование сердца или эхокардиография (ЭхоКГ) – метод исследования сердца с помощью ультразвуковых волн.

Виды ЭхоКГ.

- одномерная ЭхоКГ.
- двухмерная ЭхоКГ.
- доплер-ЭхоКГ
-

Двухмерная ЭхоКГ – изображение сердца в виде различных сечений сердца или ультразвуковых срезов, сходных с патолого-анатомическими срезами.

Одномерная (М-тип) ЭхоКГ – разверстка во времени колеблющихся структур в виде волнистых линий на экране монитора.

Яркость свечения точек зависит от плотности структур.

Эффект Доплера - что частота колебаний звуковых волн, излучаемых источником звука, и частота этих же звуковых волн, принимаемых приемником звука, отличаются, если приемник и передатчик движутся друг относительно друга.

Виды доплеровской ЭхоКГ.

- спектральная доплеровская ЭхоКГ.
- цветное доплеровское картирование (ЦДК).

Спектральная ЭхоКГ:

При спектральной доплеровской ЭхоКГ кровотоки в норме изображаются в виде спектра с положительными значениями скоростей.

- При стенозе увеличиваются скоростные показатели кровотока и расширяется спектр скоростей.
- Для регургитации или обратного кровотока характерно появление отрицательных значений скоростей.

ЦДК:

- Кодирование в цвете средней скорости кровотока.
- Направление потока к датчику кодируется красным, а от датчика - синим цветом.
- Цветовая гамма отражает величину скорости кровотока.

Митральный с преобладанием стеноза:

- Утолщение створок митрального клапана.
- П-образная форма передней створки МК.
- Однонаправленное движение створок МК.
- Уменьшение амплитуды открытия створок МК.
- Уменьшение площади митрального отверстия.
- Увеличение скорости трансмитрального диастолического потока.
- Увеличение левого предсердия, правых отделов сердца.
-

**Степень митрального
стеноза**

**Площадь митрального
отверстия**

Незначительный стеноз

более 2см².

Умеренный стеноз 2- 1см².

Значительный стеноз менее 1см².

Митральный порок с преобладанием недостаточности:

- Утолщение створок митрального клапана.
- Значительное увеличение левого предсердия, правых отделов сердца.
- Наличие митральной регургитации.

Степень митральной недостаточности	Процент соотношения площади струи и площади левого желудочка
-------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

I степень - незначительная	Менее 20%
----------------------------	-----------

II степень - умеренная	20-40%
------------------------	--------

III степень - значительная	40-80%
----------------------------	--------

IV степень - тяжелая	Более 80%
----------------------	-----------

Аортальный порок с преобладанием стеноза:

- Утолщение аортальных створок.
- Снижение степени расхождения створок в систолу.
- Концентрическая гипертрофия левого желудочка (симметричное увеличение толщины межжелудочковой перегородки и задней стенки левого желудочка).

Степень стеноза	УЗ-признаки: Площадь аортального отверстия, состояние ЛЖ.
------------------------	------------------------------------------------------------------

Незначительный	2-1,2 см ² .
----------------	-------------------------

Умеренный	1,2-0,75см ² . Умеренная гипертрофия ЛЖ. Сократительная способность ЛЖ удовлетворительная.
Тяжелый компенсированный	Менее 0,75см ² . Значительная гипертрофия и дилатация ЛЖ. Сократительная способность снижена.
Тяжелый декомпенсиров.	Дилатация ЛЖ, резкое нарушение систолической функции ЛЖ.

Аортальный порок с преобладанием недостаточности:

- Утолщение аортальных створок.
- Дилатация полости левого желудочка.
- **Допплер-ЭхоКГ.** Позволяет обнаружить диастолический поток крови в выходном тракте левого желудочка.

Степень регургитации	Протяженность регургитации.
I степень.	Под створками.
II степень.	До конца передней створки МК.
III степень.	До концов папиллярных мышц.
IV степень.	До верхушки ЛЖ.

ПМК:

- Провисание одной или обеих створок МК в полость левого предсердия в момент систолы левого желудочка.
- По выраженности выделяют три степени:

I – от 3 до 6мм,
II – от 6 до 9мм,

III – более 9мм.

- Допплер-ЭхоКГ позволяет диагностировать наличие митральной регургитации.

Выпотной перикардит.

Воспаление в перикарде сопровождается увеличением количества жидкости в полости сердечной сумки (в норме ее около 25-30мл). Рентгенологически тень сердца увеличивается, левый его контур может как бы выпрямляться. Иногда сердце принимает треугольную форму, уменьшается его пульсация. ЭхоКГ стала надежным методом диагностики перикардального выпота.

ДХЛЖ:

ГКМП:

- Асимметричная гипертрофия межжелудочковой перегородки.
- Гипокинезия межжелудочковой перегородки.
- Уменьшение полости левого желудочка.

ИБС:

- Диагностика очаговых поражений миокарда (ишемия, некроз, кардиосклероз).
- Выявление осложнений острого инфаркта миокарда (аневризма, внутрисердечный тромб, перикардит, разрыв миокарда, дисфункция папиллярных мышц).
- Выявление атеросклеротического поражения коронарных артерий.
- Оценка функционального состояния миокарда левого желудочка.

Поражение сердца при артериальной гипертензии.

Поражение сердца при артериальной гипертензии характеризуется увеличением левого желудочка. Рентгенологически это проявляется закруглением верхушки сердца.

При ЭхоКГ – симметричная гипертрофия левого желудочка, в дальнейшем его дилатация.

Лекция: «Лучевая диагностика заболеваний костно – суставной системы»

В настоящее время ведущая роль в диагностике заболеваний костно-суставной системы принадлежит рентгенологическому исследованию. Для уточнения характера патологических изменений, выявленных при традиционной рентгенографии, применяют компьютерную томографию. Наибольшей чувствительностью при выявлении метастазов в кости обладает радионуклидный метод исследования, особенно при рентгенонегативных метастазах. Для детальной визуализации состояния околоуставных мягких тканей, наличия жидкости в полости сустава применяются ультразвуковая диагностика и магнитно-резонансная томография.

Костная ткань обладает хорошей естественной контрастностью.

Основные методики рентгенологического исследования костей и суставов:

- 1) традиционное рентгенографическое исследование в 2-х проекциях:
 - с использованием экранно-пленочной системы;
 - с использованием малодозной цифровой рентгенографии (беспленочная технология);
- 2) рентгенография с прямым увеличением (например, кисть поднимается ближе к рентгеновской трубке);
- 3) специальные методики рентгенологического исследования:
 - продольная (линейная) томография;
 - электрорентгенография (не дает возможности оценить состояние мягких тканей при высокой лучевой нагрузке);

- контрастные методики рентгенологического исследования (артрография с использованием водорастворимых йодсодержащих контрастных препаратов; пневмоартрография – контрастирование с помощью газообразных контрастных препаратов; фистулография – контрастирование через свищевой ход при остеомиелите; ангиография – выполняется в условиях рентгенооперационной).

Рентгенологические особенности скелета у детей:

- незавершенность анатомической формы кости;
- широкие рентгеносуставные щели (т.к. эпифизы костей еще маленькие);
- полное отсутствие эпифизов костей в раннем возрасте;
- отсутствие теней апофизов длинных трубчатых костей;
- широкие синостозы (например в костях таза).

Фазы развития скелета:

- 1) соединительно-тканная (мезенхимальная) – длится до 2 месяцев внутриутробного развития плода, рентгенонегативная;
- 2) хрящевая – с 2 месяцев у плода начинает формироваться хрящевой скелет, рентгенонегативная;
- 3) формирование костного скелета, дифференцировка скелета начинается в 4 – 5 месяцев внутриутробной жизни и заканчивается к 25 годам.

Диагностическое значение определения сроков окостенения:

- суждение о гормональном фоне (гипотиреоз);
- аномалии развития (несовершенный остеогенез);
- раннее половое созревание (гипергонадизм);
- врожденные заболевания (остеохондропатии);
- инфантилизм;

- алиментарный фактор (витаминный дисбаланс: дефицит витамина «D» и «C»);
- идеопатическая ломкость костей;
- определение костного возраста (в судебной медицине);

Группы рентгенологических симптомов патологии костно-суставного аппарата:

1. Нарушение объема, деформации костей и суставов;
2. Повышенное костеобразование;
3. Уменьшение количества костного вещества.

1. Нарушение объема, деформации костей и суставов:

- деформации длинных трубчатых костей (угловая, Х – образная, О – образная, саблевидная – дугой кпереди – при третичном сифилисе);
- нарушение соотношения суставных поверхностей (подвывих, полный вывих: м.б. врожденный из-за дисплазии, травматический, патологический);
- деформация суставных поверхностей вследствие дегенеративно-дистрофических процессов (сужение рентгеновской суставной щели, краевые костные разрастания);
- деформации позвоночника (угловой кифоз – после перенесенного туберкулезного спондилита, дугообразный кифоз – при болезни Бехтерева);
- нарушение целостности кости – переломы (наличие характерной линии перелома, зияние костномозгового канала).

2. Повышенное костеобразование:

- остеосклероз (увеличение количества костного вещества на единицу объема кости: повышение интенсивности тени кости, сужение или перекрытие костномозгового канала, утолщение кортикального слоя

кости, увеличение количества балочных структур), характерен для посттравматических процессов, воспалительных и некоторых опухолевых заболеваний;

- гиперостоз (увеличение объема пораженной кости): ограниченный – прямой симптом доброкачественной опухоли (остеома, остеохондрома); распространенный – при хронических воспалительных заболеваниях костей (гнойный остеомиелит);
- периостальные реакции (в норме надкостница на рентгенограмме не определяется, становится видимой при отслоении надкостницы и отложении солей кальция в зоне ее отслойки вдоль кортикального слоя кости появляется дополнительная тень): линейный периостит характерен для острого остеомиелита, бахромчатый – для хронического остеомиелита, кружевной – для сифилитического поражения костей, слоистый – при рецидивирующем хроническом остеомиелите, либо при саркоме Юинга (луковичный периостит), козырьковый и игольчатый (спикулообразный) – признак остеогенной саркомы.

3. Уменьшение количества костного вещества:

- атрофия (уменьшение объема пораженной кости в результате, например, длительного отсутствия функционирования конечности в аппарате Илизарова, при параличах;
- остеопороз (уменьшение количества костного вещества на единицу объема кости: истончение кортикального слоя кости, расширение костномозгового канала, уменьшение интенсивности тени кости, уменьшение количества балочных структур), основные причины: нарушение обмена, травмы, отсутствие функции; остеопороз м.б. равномерным и пятнистым (например, при отморожениях, у пациентов, находящихся на аппаратном гемодиализе), остеопороз может быть местным, регионарным, распространенным и системным;
- костная деструкция (полное уничтожение костных структур с замещением их какой-либо патологической тканью), основной признак деструкции –

появление участка ограниченного просветления на фоне тени кости (центральные очаги деструкции характерны для воспалительных процессов, краевые очаги деструкции – для опухолевых процессов).

Виды костной деструкции:

1) Воспалительная:

- поражение длинных трубчатых костей в метафизах и метадиафизах;
- центральное расположение очагов деструкции;
- контуры неровные, нечеткие;
- очаги окружены зоной остеосклероза (при хроническом воспалительном процессе);
- характерно наличие гиперостоза;
- периостальные реакции воспалительного типа;
- наличие тени секвестра (при хроническом воспалительном процессе).

При поражении суставных поверхностей (артриты):

- краевой характер деструкции;
- переход патологического процесса с одной суставной поверхности на другую;
- сужение (до полного исчезновения) рентгеновской суставной щели;
- могут быть секвестры.

2) Остонекротическая (асептические некрозы или остеохондропатии, обычно встречаются у детей и в юношеском возрасте):

- поражаются эпифизы и апофизы;
- характерна стадийность течения процесса: 1 – рентгенонегативная (эпифизы не изменены, но есть клинические проявления заболевания); 2 – стадия импрессионного перелома (уменьшение и уплотнение эпифиза); 3 – фрагментация эпифиза; 4 – полное рассасывание эпифиза; 5 – стадия восстановления (репарация) эпифиза, как правило, становится деформированным;
- характерно расширение суставной щели;

- атрофия;
- остеопороз.

3) Опухолевая (при злокачественных новообразованиях):

а) первичные злокачественные опухоли:

- патологический очаг локализуется в диафизе;
- краевой характер деструкции;
- контуры неровные, нечеткие;
- секвестры отсутствуют;
- патологический процесс не переходит через хрящ на соседнюю кость;
- остеосклероз при остеобластическом типе опухоли;
- соответствующая периостальная реакция (козырьковый, игольчатый периостит);

б) вторичные злокачественные опухоли (метастазы):

- центральные очаги деструкции округлой формы с четкими ровными контурами;
- периостальная реакция не характерна.

4) Дистрофическая (изолированная костная киста, фиброзная дисплазия, остеобластокластома):

- характерно вздутие кости (увеличение объема в сочетании с деструктивными изменениями кости на определенном участке с истончением кортикального слоя кости на данном уровне);
- периостальных реакций и секвестров не наблюдается;
- могут встречаться внутрикостные перегородки;
- нередко осложняются патологическими переломами.

5) Травматическая.

Классификация переломов (в зависимости от направления плоскости перелома по отношению к длиннику кости):

- поперечный;
- косой;
- продольный;
- спиральный (винтообразный);
- Т – образный (комбинация продольного и поперечного);
- V – образный (комбинация 2-х косых);
- У – образный (продольный + 2 косых);
- оскольчатый (перелом на ограниченном участке во многих плоскостях);
- множественный (плоскости перелома лежат далеко друг от друга):
двойной, тройной;
- дырчатый (удар остроконечным орудием или огнестрельное ранение).

Виды смещения костных отломков:

- боковое;
- продольное с захождением отломков;
- продольное с расхождением отломков;
- продольное с вклиниванием отломков;
- угловое;
- периферическое.

Процесс заживления переломов.

У взрослых первые слабовыраженные облаковидные очаги обызвествления появляются на рентгенограмме в среднем не раньше 3 – 4 недель (на 16 – 22 день) после перелома. Одновременно с этим или за несколько дней раньше концы отломков притупляются и контуры коркового слоя отломков становятся неровными и теряют резкие очертания. В дальнейшем боковые поверхности, концы и углы костей в области перелома еще больше сглаживаются, тень мозоли становится более интенсивной и принимает

очаговый зернистый характер. Затем отдельные участки сливаются и при полном обызвествлении костная мозоль приобретает характер циркулярной гомогенной массы. Постепенно тень сгущается, становится более интенсивной и наступает так называемая костная консолидация на 3 – 6 месяце перелома. Таким образом, костная консолидация колеблется в очень широких пределах. В течение первого года костная мозоль продолжает моделироваться, по структуре она еще не имеет слоистого строения, четкая продольная исчерченность появляется через 1,5 – 2 года.

При поднадкостничных детских переломах мозоль имеет очень небольшие размеры, она окружает место перелома в виде правильной веретенообразной муфты. Первые отложения кальция визуализируются на рентгенограмме детской кости хорошего качества к концу первой недели.

Патологическое заживление переломов:

- неправильно консолидированный перелом;
- посттравматический синостоз;
- избыточная костная мозоль;
- асептический травматический некроз;
- ложный сустав (псевдоартроз);
- посттравматический остеомиелит.

Лекция: «Лучевая диагностика заболеваний ЦНС»

Последние десятилетия ознаменовались стремительным прогрессом в области познания структурно-функциональной организации нервной системы и ее высшего отдела - головного мозга.

Череп и позвоночник надежно укрывают головной и спинной мозг от внешних воздействий. Поэтому повреждения мозга часто сочетаются с повреждениями черепа и позвоночника. Самым главным и испытанным методом лучевого исследования черепа является **обзорная рентгенография** (краниография). Ее начинают с получения обзорных снимков в прямой и боковой проекциях, по которым можно оценить состояние костей мозгового и лицевого черепа. Для исследования позвоночника также применяется **рентгенологический метод** - спондилография шейного, грудного или поясничного отдела в двух проекциях.

Основными методами прижизненного исследования морфологии головного мозга в настоящее время являются **компьютерная и магнитно-резонансная томография**, а в ряде случаев **позитронная эмиссионная томография**. Клинические показания к ним устанавливает лечащий врач - невролог, нейрохирург, психиатр, онколог, офтальмолог.

Специальной подготовки к КТ не требуется. Полное исследование головы состоит из 12-17 срезов (в зависимости от толщины выделяемого слоя). Об уровне среза можно судить по конфигурации мозговых желудочков на томограммах. Принято выделять слои, расположенные под углом в 20° к плоскости, соединяющей нижний край орбит верхним краем наружного слухового прохода. Нередко при КТ мозга используют методику усиления: внутривенно вводят 50-70 мл водорастворимого йодсодержащего контрастного вещества (омнипак). Томограммы производят до и после инъекции препарата.

При компьютерной и магнитно-резонансной томографии на снимках различимы полушария головного мозга, мозговой ствол и мозжечок. Можно дифференцировать серое и белое вещество, очертания извилин и борозд, тени крупных сосудов, ликворные пространства. Компьютерная и магнитно-резонансная томографии обеспечивают трехмерное отображение и анатомическую ориентацию во всех структурах черепа и головного мозга,

компьютерная обработка позволяет получить увеличенное изображение интересующей врача области.

Магнитно-резонансные томограммы имеют при изучении структур мозга некоторые преимущества перед КТ. Во-первых, на них более четко различаются серое и белое вещество мозга. Во-вторых, исследование не связано с лучевой нагрузкой. В-третьих, МРТ можно производить в разных проекциях и получать не только аксиальные, как при КТ, но и фронтальные, сагиттальные и косые срезы. Это, в частности, очень важно при изучении спинного мозга. на компьютерной томограмме силуэт спинного мозга виден только в аксиальной проекции как округлое образование в позвоночном канале. При МРТ достигается отличное изображение спинного мозга на всем протяжении. Удастся более ясно, чем при КТ, обрисовать отходящие от спинного мозга нервные корешки. Особым достоинством МРТ является возможность отображения сосудов в частности сосудов шеи и основания головного мозга.

Ультразвуковое сканирование также может быть использовано для исследования головного мозга, но лишь в раннем детском возрасте, когда сохранены роднички. У взрослых производят преимущественно одномерную эхографию (эхозенцефалографию) для определения расположения срединных структур мозга.

Головной мозг получает кровь из двух систем: двух внутренних сонных и двух позвоночных артерий. Крупные кровеносные сосуды различимы на компьютерных томограммах. Но детальное изучение сосудистой сети требует применения ангиографии.

Ангиография заключается в серийной скоростной съемке сосудов после введения контрастного вещества в кровеносное русло. При введении в наружную сонную артерию на рентгенограммах отображаются ее ветви - поверхностная височная, средняя оболочечная и др. Если контрастное

вещество вливается в общую сонную артерию, на снимках наряду с ветвями наружной сонной артерии дифференцируются сосуды мозга. наиболее часто прибегают к каротидной ангиографии - вводят контрастное вещество через катетер или иглу во внутреннюю сонную артерию. На снимках вырисовываются только сосуды мозга.

Все заболевания ЦНС можно разделить на **6 основных групп**:

- 1) Аномалии развития;
- 2) Сосудистые заболевания;
- 3) Демиелинизирующие заболевания;
- 4) Воспалительные заболевания;
- 5) Опухолевые процессы;
- 6) Травмы.

А теперь рассмотрим более подробно **первую группу** заболеваний. **Нарушения развития ЦНС** представлены большой группой различных патологических процессов. Они могут проявляться в виде:

- аномально сформированных анатомических структур мозга (полушария, извилины, желудочки, мозжечок);
- аномалии их размеров;
- аномалии расположения анатомических структур;
- врожденные опухолевидные образования (кисты, сосудистые мальформации).

Некоторые из аномалий развития имеют выраженную клиническую картину, а некоторые совершенно не проявляют себя и случайно выявляются при нейрорадиологических исследованиях.

Из всего многообразия аномалий развития ЦНС наибольшее клиническое значение имеют аномалия развития Арнольда-Киари и сосудистые аномалии.

При нормальном развитии миндалина мозжечка находится выше уровня большого затылочного отверстия. **Аномалия Арнольда-Киари** представляет собой дисгенезию мозжечка в сочетании с другими аномалиями мозга и проявляется в пролабировании миндалин мозжечка через большое затылочное отверстие в позвоночный канал более чем на 3 мм. Клинически асимптомная эктопия миндалин часто является случайной находкой при выполнении МРТ и не требует лечения.

Визуализация нормальных анатомических структур более наглядна на T1-взвешенных изображениях, поэтому именно они используются для диагностики аномалии Арнольда-Киари. Пролабированию анатомических структур задней черепной ямки через большое затылочное отверстие часто сопутствуют внутренняя гидроцефалия и сирингомиелия.

Внутренняя гидроцефалия (увеличение объема цереброспинальной жидкости в полости черепа, нарушение резорбции и циркуляции или избыточная ее секреция) проявляется в увеличении размеров желудочков мозга. Степень увеличения желудочков мозга находится в прямой зависимости от степени нарушения ликвородинамики. При выраженной внутренней гидроцефалии возможно возникновение гипертензии, которая приводит к появлению перивентрикулярного отека белого вещества. Увеличение желудочков с одинаковой достоверностью можно выявить при КТ и МРТ. У детей до закрытия родничков возможна визуализация желудочков мозга при ультразвуковом сканировании. При отеке мозговой

ткани в нервных клетках увеличивается количество молекул, которое проявляется гипоехогенностью мозгового вещества при ультразвуковом исследовании, снижением плотности вещества мозга на компьютерных томограммах, снижением интенсивности сигнала на T1- и повышением сигнала на T2-взвешенных МР-томограммах.

Сирингомиелия - врожденное хроническое заболевание нервной системы с преимущественным поражением спинного мозга, характеризующееся наличием полостей по длиннику и поперечнику спинного мозга и разрастанием глиальной ткани. Расширенный центральный канал может быть представлен как одной полостью, заполненной ликвором, так и разделяться на несколько полостей поперечными перегородками. Клинические проявления сирингомиелии полиморфны, степень выраженности их различна. Среди симптомов заболевания постоянными и доминирующими являются расстройства чувствительности диссоциированного характера (снижение болевой и температурной чувствительности при сохранении тактильной и суставно-мышечной) и двигательные расстройства в виде периферических и центральных парезов. Для диагностики сирингомиелии наиболее целесообразно получение T1-взвешенных томограмм спинного мозга в сагиттальной плоскости.

Среди аномалий развития сосудов головного мозга наибольшее значение имеют мешотчатые аневризмы мозговых артерий и артерио-венозные мальформации. Большая клиническая значимость этих аномалий определяется тем, что они очень часто являются источниками внутримозговых кровоотечений.

Мешотчатые аневризмы мозговых артерий представляют собой локальные расширения артерий, которые в виде небольшого полостного образования прилежат к стенке артерии. Размеры аневризм могут быть различными. в подавляющем большинстве случаев аневризмы расположены в передних отделах Виллизиева круга. Возникновение аневризм связывают с

врожденной неполноценностью артериальной системы головного мозга. На МР-томограммах на T1- и T2-взвешенных изображениях аневризмы, как и кровеносные сосуды, имеют вид гипоинтенсивных образований, прилежащих к артериям мозга. МР-ангиография не требует искусственного контрастирования, неинвазивна и поэтому предпочтительнее для пациентов, чем традиционное ангиографическое исследование, к которому прибегают в случае подготовки пациента к оперативному вмешательству или как к предварительному этапу эндоваскулярного лечения.

Артерио-венозные мальформации являются врожденной аномалией мозговых сосудов и представляют собой дополнительные кровеносные сосуды, через которые происходит сброс артериальной крови в вены, минуя капиллярное русло. Основные клинические симптомы артерио-венозных мальформаций - внутримозговые кровоизлияния с эпилептиформными припадками. МРТ является ведущим методом в диагностике АВМ, так как позволяет достоверно дифференцировать кровеносные сосуды на T1- и T2-взвешенных изображениях. К ангиографическому исследованию прибегают в случае предоперационного исследования для точного выявления приводящих и отводящих сосудов или при рентгеноэндоваскулярных вмешательствах.

Перейдем ко **второй группе** заболеваний головного мозга - **сосудистые заболевания**, которые по частоте занимают первое место среди неврологических заболеваний и являются третьей по частоте причиной смерти. Нарушения кровообращения, развивающиеся при заболеваниях головного мозга, могут протекать по геморрагическому и ишемическому типу (геморрагические и ишемические инсульты).

Геморрагический инсульт наиболее часто проявляется в виде внутримозгового кровоизлияния (внутримозговой гематомы). Одной из основных причин внутримозговых гематом является артериальная гипертензия. Типичными местами расположения гематом, возникающих на фоне артериальной гипертензии, являются белое вещество полушарий

головного мозга, базальные ядра, ствол мозга и мозжечок. Для кровоизлияния в мозг по типу гематомы характерно быстрое развитие неврологической симптоматики. Кровоизлияние чаще возникает в период бодрствования, нередко на фоне физического или эмоционального напряжения. Общемозговые симптомы, как правило, преобладают над очаговыми. Внезапная интенсивная головная боль, рвота, гиперемия лица, психомоторное возбуждение, нарушение сознания с последующим появлением очаговых симптомов - типичная картина обширного кровоизлияния в полушарие головного мозга или мозговой ствол.

В острой стадии **внутримозговые гематомы** хорошо диагностируются при проведении КТ. Для свежего кровоизлияния характерна плотность, более высокая, чем у мозгового вещества и ликвора. Поэтому в острой фазе (1-е сутки) гематома отчетливо визуализируется в виде гиперденсного образования. По этой же причине КТ достоверна в выявлении свежей внесосудистой крови в субарахноидальном пространстве и желудочках мозга. При большом объеме гематомы вокруг нее возникает перифокальный отек мозгового вещества и появляется масс-эффект. Масс-эффект проявляется дислокацией и деформацией мозговых структур, прилежащих к патологическому процессу, сопровождающемуся увеличением объема вещества мозга. С течением времени плотность гематомы снижается и постепенно она становится гиподенсной за счет внесосудистого распада гемоглобина и образования постгеморрагической полости.

МРТ острых внутримозговых гематом (в течение 1 суток) имеет ограниченные возможности из-за того, что в острую фазу кровоизлияния интенсивность сигнала от внесосудистой крови близка по интенсивности к сигналу от прилежащих мозговых структур. При гемолизе внесосудистого гемоглобина у продуктов его окисления уменьшается время релаксации T1 и увеличивается время релаксации T2, что приводит к увеличению интенсивности сигнала на обоих видах изображения. Процесс распада

гемоглобина начинается от периферических отделов гематомы и постепенно распространяется к ее центру. Поэтому в подострую фазу (более 3 суток после возникновения) по периферии внутримозговой гематомы появляется гиперинтенсивный на обоих видах изображения ободок, который постепенно расширяясь, занимает весь объем гематомы. В подострую и последующие фазы кровь имеет гиперинтенсивный на обоих видах изображения сигнал и отчетливо выявляется на T1-взвешенных МР-томограммах. МР-ангиография позволяет более отчетливо определить форму, размеры гематомы и ее связь с артериями мозга.

Ишемические нарушения мозгового кровообращения чаще проявляются в виде хронической недостаточности мозгового кровообращения и острого ишемического инсульта.

Острый ишемический инсульт (инфаркт мозга) возникает в случае нарушения кровотока по мозговым артериям. Чаще всего ишемический инсульт возникает в бассейне средней, реже в бассейне задней мозговой артерии или в бассейнах артерий, питающих область базальных ядер. Проявляется двигательными, чувствительными, речевыми и другими очаговыми неврологическими нарушениями. При возникновении острого ишемического нарушения мозгового кровообращения в очаге поражения возникает зона ишемического отека клеток, в которой в течение нескольких недель развивается энцефаломалиция и формируется постинсультная полость. Увеличение объема пораженной части приводит к возникновению масс-эффекта, проявляющегося деформацией и сужением желудочков мозга. Наиболее информативным методом диагностики ишемического инсульта является МРТ, которая позволяет выявить зону ишемического отека через 1 час после начала заболевания. Отличительным признаком зоны отека при инсульте является ее соответствие бассейну кровоснабжения пораженной артерии. При энцефаломалиции зоне размягчающегося мозгового вещества соответствует снижение интенсивности сигнала на T1- и умеренное

увеличение интенсивности сигнала на T2-взвешенных изображениях. Появление на границе зоны поражения участков с гиперинтенсивным на T1-взвешенных изображениях сигналом соответствует диапедезному пропитыванию кровью с последующим окислением внесосудистого гемоглобина. При образовании постинсультной полости происходит дальнейшее снижение интенсивности сигнала на T1-взвешенных изображениях, сигнал от содержимого полости идентичен сигналу от ликвора. Границы полости становятся четкими.

В острую фазу ишемического инсульта определяется накопление контрастирующих агентов с гадолинием по периферии зоны отека, что связано с нарушением гематоэнцефалического барьера. Накопление контрастирующего агента служит дифференциально-диагностическим признаком, позволяющим отличить свежий очаг ишемии от старого. МР-ангиография позволяет выявить снижение интенсивности кровотока по пораженной артерии, которое может проявляться не только в момент возникновения ишемического инсульта, но и предшествовать ему.

При КТ пациентов с острым ишемическим инсультом зона отека выявляется позднее (примерно через 6 часов). Появляющееся при отеке снижение плотности вещества мозга постепенно усиливается при энцефаломалиции и достигает максимума при образовании постинсультной полости.

Хроническая недостаточность мозгового кровообращения (**дисциркуляторная энцефалопатия**) - прогрессирующее многоочаговое расстройство функций головного мозга. Очаговые изменения чаще всего развиваются в субкортикальных и перивентрикулярных отделах белого вещества. При длительном течении дисциркуляторной энцефалопатии в местах слияния очагов в веществе мозга возникают более крупные очаги и полости (размером до 1 см). Небольшие размеры очагов и диффузность поражения обычно не приводят к возникновению масс-эффекта и

перифокального отека. При прогрессировании дисциркуляторной энцефалопатии развивается гипотрофия мозгового вещества, которая проявляется в виде различной степени расширения желудочков мозга (внутренней гидроцефалии) и увеличении субарахноидального пространства с соответствующей гипотрофией извилин коры (наружной гидроцефалии). Проявляющееся в различной степени атеросклеротическое поражение мозговых артерий является обязательным элементом морфологических изменений, типичных для дисциркуляторной энцефалопатии.

Ведущим методом диагностики дисциркуляторной энцефалопатии является МРТ. На МР-томограммах отчетливо выявляются множественные мелкие лакунарные инфаркты в виде очагов с изогипоинтенсивным на T1- и гиперинтенсивным на T2-взвешенных изображениях сигналом. При слиянии множественных очагов поражения, типичных для перивентрикулярного белого вещества, характер сигнала на обоих видах изображения сохраняется. Полости, возникающие при длительном течении энцефалопатии, имеют гипоинтенсивный на T1- и гиперинтенсивный на T2-взвешенных изображениях сигнал. МРТ позволяет отчетливо визуализировать гипотрофичные извилины поверхности мозга, выявлять истончение серого вещества коры и расширение субарахноидального пространства. Атеросклеротические изменения артерий мозга также достаточно отчетливо определяются на T2-взвешенных томограммах. Для свежих лакунарных инфарктов типично накопление контрастирующих агентов.

При КТ диагностика дисциркуляторной энцефалопатии менее достоверна: хорошо визуализируются внутримозговые полости, расширение желудочков мозга и субарахноидального пространства; зоны лакунарных инфарктов выявляются менее достоверно; дифференцировка серого и белого вещества мозга при КТ менее отчетливая, чем при МРТ, поэтому при КТ меньше возможностей выявления участков гипотрофии коры.

Морфологические изменения, возникающие в мозге при **демиелинизирующих заболеваниях** (3 группа), имеют картину, во многом сходную с дисциркуляторной энцефалопатией. Только в их основе лежит не хроническая недостаточность мозгового кровообращения, а, наиболее вероятно, воспалительный процесс, обусловленный персистенцией вирусной инфекции. Патоморфологические изменения при демиелинизирующих заболеваниях сводятся к возникновению множественных мелких очагов, в которых разрушается миелин и нарушается его продукция. Очаги демиелинизации развиваются вначале в перивентрикулярном белом веществе, а затем в других его отделах.

Наиболее распространенным демиелинизирующим заболеванием является **рассеянный склероз** - хроническое прогрессирующее заболевание ЦНС, поражающее преимущественно лиц молодого возраста. Клинические проявления рассеянного склероза отличаются чрезвычайно полиморфной неврологической симптоматикой.

Достоверное выявление очагов демиелинизации в белом веществе стало возможным только после внедрения в клиническую практику МРТ. На T1-взвешенных изображениях очаги демиелинизации достоверно не выявляются. на T2-взвешенных изображениях очаги демиелинизации и кисты отчетливо визуализируются в виде участков с гиперинтенсивным сигналом. Внутривенное контрастирование позволяет обнаружить очаги, не визуализируемые в условиях естественной контрастности в той стадии процесса, когда демиелинизация еще не привела к возникновению вокруг нее очага воспалительного инфильтрата.

Кроме этого внутривенное контрастирование позволяет определить активность процесса, так как препараты гадолиния накапливаются только в тех очагах, где активно развиваются морфологические изменения. В старых очагах при снижении активности процесса, контрастирующие агенты не

накапливаются. В диагностике очагов демиелинизации в спинном мозге наиболее часто применяется МРТ в сагиттальных и коронарных плоскостях.

Возможности КТ в диагностике рассеянного склероза ограничены. При проведении КТ выявляется менее половины очагов демиелинизации, диагностируемых при МРТ. Визуализируются преимущественно только крупные очаги, расположенные в больших полушариях.

Среди **воспалительных заболеваний** (4 группа) головного и спинного мозга наибольшее клиническое значение имеют менингоэнцефалиты и их осложнения. **Менингоэнцефалиты** протекают со значительным увеличением содержания воды в клетках серого, и в большей степени белого вещества. Наиболее информативным методом диагностики гипергидратации вещества мозга является МРТ, что делает ее ведущим методом диагностики менингоэнцефалитов и их осложнений. При МРТ исследовании у пациентов выявляются признаки отека вещества мозга. Типичным признаком энцефалита является диффузное распространение отека по большому объему белого вещества без вовлечения в воспалительный процесс серого вещества.

Неэффективное лечение энцефалитов может привести к возникновению **внутри мозговых абсцессов**, гнойных эпидуритов. Спаячные изменения, развивающиеся у пациентов после воспалительных изменений мозговых оболочек, часто являются причиной возникновения арахноидальных кист. При абсцедировании в воспалительном очаге возникает участок энцефаломалиции (размягчения вещества мозга) с последующим образованием полости, отграниченной от неповрежденной мозговой ткани. Этот процесс сопровождается дальнейшим увеличением содержания воды в пораженном участке, что проявляется выраженным локальным снижением интенсивности сигнала на T1-взвешенных изображениях. Участок абсцедирования отделен от прилежащих тканей вначале нечеткой, а после формирования стенки полости - четкой границей. Вокруг полости абсцесса сохраняются признаки перифокального отека.

При проведении КТ у пациентов с менингоэнцефалитами определяется диффузное снижение плотности белого вещества. Развитие абсцесса сопровождается более выраженным локальным снижением плотности мозгового вещества с постепенным формированием вокруг него четкого контура. Гной поглощает рентгеновское излучение сильнее, чем ликвор, поэтому при гнойном эпидурите субдуральные пространства становятся гиперденсными по отношению к ликвору. Арахноидальные кисты при КТ имеют вид внемозговых полостей, заполненных ликвором с обычной для него плотностью.

Под **опухолевыми поражениями** (5 группа) ЦНС подразумевают новообразования, возникающие из серого и белого вещества головного и спинного мозга, из гипофиза, мозговых оболочек, черепно-мозговых и спинномозговых нервов. К ним также относят поражение головного и спинного мозга при метастатических и лимфопролиферативных процессах.

Целью лучевого исследования является выявление опухолевого образования, точное определение его расположения и макроскопической структуры: соотношение в опухоли солидного (тканевого) и кистозного (жидкостного) компонентов, наличия обызвествлений и участков некроза с полостями распада, кровоизлияний в опухолевую и прилежащую мозговую ткань. Не менее важно определение взаимоотношений опухолевой ткани с прилежащими анатомическими структурами: непосредственное распространение на них опухолевой ткани или наличие масс-эффекта.

Наибольшее клиническое значение и широкое распространение имеют опухоли мозга, развивающиеся непосредственно из серого и белого вещества больших полушарий, мозжечка и стволовых структур, при которых опухолевая ткань растет в мозге, разрушает серое и белое вещество. Из черепно-мозговых (чаще всего из 8 пары) и спинномозговых нервов развиваются **невриномы**. Из опухолей мозговых оболочек наибольшее значение имеют **менингиомы**. Эти опухоли растут вне вещества мозга, но

приводят к его поражению за счет компрессии и вторичных изменений. Опухоли гипофиза (**аденомы гипофиза**) могут приводить к гормональным нарушениям или проявляться признаками поражения параселлярных структур (например, зрительных нервов). Гормональными нарушениями чаще всего проявляются микроаденомы, имеющие размер менее 1 см. При метастазах в головной мозг наиболее часто выявляются очаги опухолевого роста в различных его отделах, реже метастатическое поражение может быть одиночным.

Опухолевые заболевания головного и спинного мозга сопровождаются значительным увеличением количества молекул воды в патологическом очаге и наиболее достоверно выявляются при МРТ. Для опухолевой ткани в большинстве случаев характерно неравномерно выраженное сохранение или снижение интенсивности сигнала на T1-взвешенных изображениях. На T2-взвешенных изображениях интенсивность сигнала от опухолевой ткани неравномерно повышена.

Важным элементом МРТ при опухолевых поражениях является искусственное контрастирование. Опухолевая ткань в большинстве случаев хорошо накапливает контрастирующие агенты, содержащие гадолиний. Поэтому проведение МРТ с искусственным контрастированием позволяет четко отделить опухолевую ткань от прилежащей зоны отека мозгового вещества. Проведение искусственного контрастирования является обязательным элементом МРТ исследования пациентов после оперативных вмешательств на головном и спинном мозге, предпринятых для удаления опухоли. Оперативные вмешательства сопровождаются развитием в их зоне послеоперационных рубцовых изменений и полостей, на фоне которых часто бывает невозможно выявить опухолевую ткань при МРТ в условиях естественной контрастности. В таких случаях только введение контрастирующего агента позволяет достоверно определить наличие или

отсутствие очагов опухолевого роста в зоне перенесенного оперативного вмешательства.

КТ позволяет выявить опухолевый узел в головном мозге, определить его размеры, наличие кистозного и солидного компонентов. Преимуществом КТ перед МРТ является возможность достоверного выявления обызвествления в ткани опухоли. Вовлечение в опухолевый процесс костной ткани при первичных и вторичных опухолевых поражениях ЦНС также достоверно определяется при КТ.

Использование традиционной ангиографии целесообразно при предоперационной подготовке пациентов с опухолевым поражением ЦНС для выявления характера кровоснабжения опухоли или эмболизации питающих ее артерий.

Ну и последняя (6) группа заболеваний ЦНС, связанных с **травматическими повреждениями.**

Механические травмы могут приводить к непосредственному повреждению головного и спинного мозга или к его ушибам. Проникающие ранения черепа и позвоночника приводят к механическому нарушению целостности мозговой ткани. Непосредственное повреждение ткани головного мозга может возникать при вдавленных переломах черепа с проникновением в его полость костных отломков. При сохранении целостности черепа и позвоночника у пациентов с механическими травмами могут появляться очаги ушиба (контузии) головного или спинного мозга. Также в лучевом исследовании пациентов с механическими травмами наибольшее значение имеет выявление внутри- и внемозговых гематом. При контузии в веществе мозга возникают участки отека, диапедезного пропитывания кровью или внутримозговые гематомы.

При исследовании пациентов с ЧМТ наиболее предпочтительно проведение КТ. Морфологические проявления травм головного мозга в виде

контузионных очагов и гематом при КТ дифференцируются отчетливо. Очаги отека вещества мозга проявляются в виде гиподенсных участков, внесосудистая кровь - в виде гиперденсных. Внемозговые гематомы выявляются в виде линзовидных образований, расположенных между поверхностью мозга и внутренней замыкательной пластинкой костей свода, реже, основания черепа. Содержимое гематомы в острой фазе имеет однородную структуру и гиперденсную плотность, снижающуюся с течением времени. Структура гематомы с течением времени также может становиться неоднородной. Кроме того, КТ позволяет достоверно выявлять наличие костных отломков и металлических инородных тел, выявлять признаки механических повреждений костей черепа, не диагностированных при традиционном рентгенологическом исследовании.

Проведение МРТ дает возможность достоверно выявления контузионных очагов и внемозговых гематом, но в выявлении сопутствующих повреждений костей возможности МРТ значительно ниже.

Состояние пациентов, перенесших ЧМТ, часто достаточно тяжелое. Проведение МРТ требует длительного времени, в течение которого бывает невозможен мониторинг за состоянием пациента и затруднено ему оказание анестезиологического и реанимационного пособия, что без труда можно выполнять во время проведения КТ, занимающей гораздо меньше времени. Это обстоятельство также делает КТ более предпочтительным при исследовании пациентов с ЧМТ.

Дополнение.

Являясь самым молодым из методов лучевой диагностики, МР-томография прочно вошла в клиническую практику, благодаря своим многочисленным достоинствам и малому числу недостатков. Возможности

применения МР-томографии в различных областях клинической практики достаточно велики, но не одинаковы.

Наибольшую значимость МР-томография имеет при исследовании неврологических и нейрохирургических больных. В этой области МР-томография уже давно стала методом выбора (методом, использование которого наиболее рационально с тактической, диагностической, экономической и других точек зрения).

Воспалительные заболевания головного и спинного мозга сопровождаются увеличением воды в патологическом очаге, увеличением времен T1 и T2 с соответствующим изменением интенсивности сигнала, отчетливо демонстрируемым на самых ранних стадиях заболевания. Различные виды энцефалитов, миелитов, абсцессы головного мозга на разных стадиях формирования наиболее достоверно диагностируются при помощи МРТ. При исследовании спинного мозга наиболее ярко проявляется достоинство МРТ, заключающееся в возможности получения изображения в любой, в том числе и в сагиттальной анатомической плоскости. Воспалительные процессы мозговых оболочек могут сопровождаться спаечными процессами, приводящими к образованию арахноидальных кист. Только МР-томографический метод позволяет качественно визуализировать арахноидальные кисты любой локализации, определять их форму, размеры и взаимоотношение с мозговой тканью. Спаечные изменения, возникающие в области ликворопроводящих путей желудочков головного мозга, приводят к нарушениям ликвородинамики и развитию гидроцефальных изменений, степень которых наиболее отчетливо диагностируется именно при проведении МР-томографии.

Близкими по этиологии к воспалительным процессам являются демиелинизирующие заболевания головного и спинного мозга. Достоверное выявление очагов демиелинизации в белом веществе стало возможным только после внедрения в клиническую практику МР-томографии.

Применение контрастирующих агентов позволяет не только выявлять очаги демиелинизации, но и определять степень их активности. Старые очаги не накапливают контрастирующий агент. Новые очаги, в которых интенсивно протекает патологический процесс, накапливая контрастирующий агент, становятся гиперинтенсивными на T1-взвешенных изображениях.

Опухолевые заболевания головного и спинного мозга сопровождаются значительным увеличением количества молекул в патологическом очаге, что так же проявляется на МР-томограммах (прежде всего на T2-взвешенных изображениях) увеличением интенсивности сигнала от патологического очага. МР-томография позволяет определить размер опухолевого очага, его распространенность на прилежащие анатомические структуры, вовлечение в патологический процесс кровеносных сосудов, костей свода и основания черепа. Для уточнения расположения границ опухоли, более точного исследования больных с подозрением на метастатическое поражение головного мозга желательно применение контрастирующих агентов. Применение контрастирующего агента является необходимым при исследовании пациентов, перенесших оперативное лечение по поводу опухолевого заболевания мозга. Достоверное выявление клеток опухоли на фоне послеоперационных глиозных изменений возможно только при применении контрастирующего агента.

Различные виды патологических процессов, обусловленные патологическими изменениями в кровеносных сосудах, также наиболее отчетливо выявляются при использовании МР-томографии. При ишемических нарушениях мозгового кровообращения МРТ позволяет отчетливо визуализировать зону ишемического отека, проследить за динамикой патологического процесса, возникновением очагов размягчения мозгового вещества и формированием постинсультной полости. При внутримозговых кровоизлияниях МРТ позволяет локализовать гематому, определить ее форму, размеры. Эпи- и субдуральные гематомы отчетливо

визуализируются на МР-томограммах во всех анатомических плоскостях. Изменение интенсивности сигнала, происходящее за счет гемолиза гемоглобина во внесосудистых эритроцитах, дает возможность установления срока появления кровоизлияния с достаточной степенью точности. МР-томографическое и МР-ангиографическое исследования в условиях естественной контрастности позволяют визуализировать кровеносные сосуды, определять интенсивность кровотока по ним, выявлять мешотчатые и веретенообразные расширения мозговых артерий, мальформации сосудов головного и спинного мозга. При хронических нарушениях мозгового кровообращения, развивающихся у пациентов с атеросклеротическим поражением артерий мозга, МР-томографическое исследование позволяет выявить распространенность, количество и размеры лакунарных инфарктов, диффузно рассеянных в различных отделах белого вещества.

Возникающие по разным причинам в головном и спинном мозге дистрофические изменения, проявляющиеся уменьшением объема мозговой ткани, гипотрофией коры, расширением желудочков мозга также наиболее отчетливо выявляются при помощи МРТ.

Высокая информативность МРТ в визуализации головного и спинного мозга позволяет достоверно выявлять и детально изучать любые аномалии развития ЦНС.

КТ предпочтительнее МРТ только в случаях исследования пациентов с подозрением на острое субарахноидальное кровоизлияние, пациентов со свежей черепно-мозговой травмой, при выявлении петрификатов.

Ультразвуковое исследование применяется для определения размеров желудочков головного мозга у грудных детей до закрытия родничка.

