Методики и техника получения рентгеновского изображения

Рентгенологический метод основан на регистрации прошедшего через объект исследования РИ, которое ослабляется в зависимости от толщины и плотности составляющих объект частей, создавая информативное (явное или скрытое) изображение. Метод позволяет изучить морфологию и функцию органов и систем с помощью флюоресцирующего экрана и визуального анализа изображения (рентгеноскопия), а также графической регистрации изображения на рентгеновской пленке (рентгенография) или полупроводниковой пластине (электрорентгенография). Различают бесконтрастные (обычные), контрастные и рентгенофункциональные методики рентгенологического исследования. Бесконрастные: рентгеноскопия; обычная, прицельная и серийная рентгенография; телерентгенография, рентгенотелевизионное просвечивание и электрорентгенография; томография; флюорография и т.д. Контрастные: контрастирование пищевода, бронхиография, фистулография, ангиография, ангиопульманография и др. Рентгенофункциональные: рентгенокимография, рентгенофазокардиография, электрокимография, рентгенокинематография и т.п. (реализуемые при помощи специальных приставок) методики.

Рентгеноскопия подразумевает получение на светящемся экране плоского позитивного изображения исследуемого объекта. Ее проводит врач-рентгенолог при вертикальном или горизонтальном положении пациента (на спине, животе или на боку). Функции рентгенолаборанта включают визуальный контроль за показаниями приборов на пульте управления рентгеновского аппарата, выбор и установка по указанию врача определенных физико-технических условий. Во время рентгеноскопии может возникнуть необходимость сделать снимки (иногда - в нескольких проекциях), что потребует от лаборанта оперативной ориентировки в выборе технических условий рентгенографии.

Обычная рентгенография является самым распространенным способом рентгенологического исследования. В ее основе - фотохимическое действие рентгеновских лучей (частичное восстановление галоидных соединений серебра (АgCl, АgВr). При последующей обработке проявителем облученные монокристаллы бромида серебра восстанавливаются до металлического серебра значительно быстрее необлученных. В результате на рентгеновской пленке возникает теневое изображение (рентгенограмма) исследуемого органа или части тела. Рецептура химических растворов, условия проявления и фиксирования указываются на каждой упаковке рентгеновской пленки.

В реализующую рентгенографию систему входят рентгеновский излучатель и приемник излучения (кассета, флюорографическая камера, кинокамера с пленкой, поляроид, кассета с элктрорентгенографической пластиной). Рентгеновская кассета с помощью уплотнителя и упругих замков создает равномерный контакт между усиливающими экранами и пленкой, что обеспечивает качественное копирование изображения на пленку. Отсутствие (нарушение) контакта, обусловленное, например, загрязнением или деформацией экрана приводит к нечеткому изображению на пленке. Поэтому рентгенолаборант должен проводить контроль кассет каждую неделю.

Большое практическое значение имеет учет основных факторов, влияющих на качество рентгеновского изображения и правильный выбор физико-технических условий рентгенографии. Учет условий целесообразно производить по таблице, в которой указаны: область исследования, толщина объекта, проекция, фокусное расстояние, радиационная чувствительность и коэффициент контрастности пленки, тип усиливающих экранов, данные об использовании рассеивающего растра, напряжение и анодный ток, экспозиция, выдержка, особенности фотохимической обработки. При выборе условий для снимков наиболее целесообразно пользоваться ориентировочной таблицей значений физико-технических параметров рентгенографии, представленной в инструкции к рентгеновскому аппарату, а также линейкой для измерения толщины исследуемой области. Следует учитывать, что в ориентировочных таблицах указаны стандартные условия, выработанные для “среднего” человека. В них также указывается чувствительность пленки и тип усиливающего экрана. Поэтому желаемый результат может быть достигнут только при строгом соблюдении указанных в таблице условий или же после проведения коррекции на новые условия (другие значения толщины объекта, чувствительности пленки, иной тип экрана и т.п.).

Экспозиция (количество получаемого облучаемым фотографическим материалом излучения измеряется произведением; определяется экспонометрами, регулируется фотографическим затвором и диафрагмой) измеряется произведением силы тока в рентгеновской трубке на выдержку и выражается миллиамперсекундах (мАс). Одинаковая (нужная) экспозиция может быть создана при различных сочетаниях силы анодного тока и выдержки. Необходимо учитывать, что нормально экспонированный снимок можно получить только тогда, когда доза излучения на выходе из тела оптимальна. При повышенной дозе, например, когда толщина объекта исследования меньше стандартной, снимок будет переэкспонированным и наоборот. Рассчитано, что при изменении толщины анатомической области от вышеуказанной средней на ±1 см нужно осуществлять коррекцию анодного напряжения на ±5 кВ по отношению к его величине, указанной в ориентировочной таблице, или на ±25 % мАс - по отношению к указанной экспозиции. В тех случаях, когда толщина исследуемой анатомической области значительно отличается от средней.

Как отмечалось, контрастность рентгеновского изображения, прежде всего, зависит от величины анодного напряжения и коэффициента контрастности рентгеновской пленки, а резкость - от выдержки. Поэтому, когда надо изменить резкость или контрасность рентгеновского изображения, используется взаимозависимость анодного напряжения и экспозиции. Для уменьшения динамической нерезкости выдержку рекомендуется сокращать за счет увеличения силы тока или напряжения (без изменения контрастности).

Для рентгенографии рекомендованы следующие стандартные фокусные расстояния. При строгом соблюдении стандартных фокусных расстояний удается получить рентгеновские снимки с одинаковым проекционным увеличением всего объекта и его структур, что соответствует требованиям получения максимально четких изображений. При выборе фокусного расстояния учитывается фокус применяемого отсеивающего растра.

Величину напряжения на рентгеновской трубке выбирают в зависимости от толщины исследуемого объекта. При толщине до 2 см рекомендуется использовать напряжение до 60 кВ; 2-6 см - до 70 кВ; 6-10 см и более - 70-100 кВ. при напряжении до 80 кВ вполне достаточно использование растров с постоянной 1:5, 1:6 или 1:7. Более высокие напряжения требуют применения растра с постоянной не менее 1:10.

В практической работе при изменении условий рентгенографии наиболее часто прибегают к поправкам на экспозицию. Поправка экспозиции на радиационную чувствительность пленок определяется по формуле: Н2=Н1S1/S2, где Н2 - вычисляемая экспозиция, Н1 - исходная (известная) экспозиция, S1 - исходная чувствительность, S2 - новая чувствительность рентгеновской пленки. При внесении этой поправки следует также учитывать, что к концу гарантийного срока хранения радиационная чувствительность рентгеновских пленок снижается примерно в 2 раза. Таким же образом проводится коррекция экспозиции на радиационную чувствительность усиливающих экранов. Коррекция экспозиции на применение отсеивающей решетки зависит от величины коэффициента Букки растра, который находится в пределах от 2,5 до 6 раз по отношению к экспозиции, которая применялась в отсутствие решетки.

Для улучшения качества изображения иногда можно использовать характерную особенность РИ - неравномерность распределения по полю изображения его интенсивности, которая при фокусном расстоянии 100 см и ширине поля 40 см на стороне рентгеновской пленки, расположенной вблизи анода, почти в 2 раза ниже, чем в центре и возле катода. Ориентируя более объемную часть исследуемой анатомической области на сторону рентгеновской пленки, близлежащую к катоду, а более тонкую - на сторону, расположенную вблизи анода, получают равномерно экспонированное изображение по всему полю рентгеновского снимка.

В процессе хранения и фотообработки на пленке может появиться вуаль, то есть общее или местное почернение эмульсионного слоя пленки. Кроме различных видов вуали (фотографическая, воздушная, контактная, краевая, световая, двухцветная, желтая, фрикционная) на снижение качества рентгенограмм влияют артефакты, которые возникают вследствие отображения на рентгеновской пленке посторонних частиц, загрязнения контрастными веществами, соприкосновения и слипания при сушке, загрязнения усиливающих экранов, неправильной техники химической обработки пленок, использования загрязненного проявителя, соприкосновения пленок в растворе и их контакта с пузырьками воздуха, неполного погружения пленок в раствор, соприкосновения их с пальцами, расплавления эмульсии и т.п.

К критериям экспертной оценки качества рентгенограмм относятся:

\* выборформата пленки и использование диафрагмы;

\* укладка и полнота охвата исследуемого объекта;

\* напряжение и экспозиция снимка;

\* контраст и четкость рентгеновского изображения;

\* качество фотографической обработки, промывки, сушки;

\* оформление рентгенограммы.

Различают рентгенограммы обзорные, прицельные (одиночные и множественные) и серийные.

Обзорная рентгенограмма представляет собой изображение какой-либо сравнительно большой части тела, например, грудной клетки, причем снимок легких обычно производят при вертикальном положении тела больного на рентгенографическом штативе в прямой передней (реже в прямой задней) и боковых проекциях. Если больной находится в тяжелом состоянии (травма, потеря сознания, после операции и т.д.), его обследуют на носилках, каталке или в палате на койке при помощи передвижного аппарата.

Прицельная рентгенография - способ выполнения рентгенограммы центральным пучком излучения или по касательной. Прицельные рентгенограммы выполняют для более детального изучения ограниченных участков тела, отдельных анатомических образований. Оптимальных условий получения изображения достигают путем выведения объекта исследования в центр или на краеобразующий контур, вне суммации с другими образованиями, в определенной фазе движения или заполнения контрастным веществом при обязательном максимальном диафрагмировании рабочего пучка РИ. Обычно рентгенограммы производят с использованием рентгеноскопического штатива, так как в процессе исследования может возникнуть необходимость придать объекту иное положение (косое, с наклоном, атипичное, с учетом различных фаз дыхания). Это нужно для достижения более отчетливого изображения патологического образования, для получения более полной и достоверной диагностической информации.

Серийные рентгенограммы - при одном исследовании в течение короткого времени в различных проекциях (прямой, боковой и др.) получают несколько (серию) снимков (аортография, коронарография, бронхография, фистулография и так далее.

Телерентгенография - способ выполнения рентгеновского снимка при фокусном расстоянии 150 см и более. Если исследуемый объект находится на таком расстоянии от фокуса рентгеновской трубки и приближен вплотную к кассете, то вследствие малого проекционного увеличения масштаб рентгеновского снимка приближается 1:1.

В основе рентгенографии с непосредственным увеличением изображения лежит использование проекционного увеличения. Этот метод применяют в целях повышения разрешающей способности рентгеновского снимка и получения изображения деталей небольших размеров. Его использование может быть эффективно только при применении тонкого оптического фокуса рентгеновской трубки размерами не более 0,3х0,3 мм. Рациональным является увеличение изображения в 1,5-2 раза, при котором еще не проявляется геометрическая нерезкость. Этот вид рентгенографии выполняется без отсеивающей решетки.

Рентгенотелевизионное просвечивание реализуется при наличии электронно-оптического преобразователи (ЭОП) или преобразователя на основе прибора с зарядовой связью (ПЗС), передающего изображение на телевизионный аппарат. Достоинством методики является возможность исследований в полузатемненном помещении. Большая яркость свечения флюоресцирующего экрана без изменения интенсивности излучения позволяет увеличить разрешающую способность и снизить лучевую нагрузку. флюоресцирующий рентгенофункциональный графический визуальный

Электрорентгенография (ксерорентгенография) - электрофизический способ получения рентгеновского изображения на бумаге, на которую с полупроводниковых пластин переносится скрытое электростатическое изображение. Приемником излучения является электрорентгенографическая селеновая пластина. Процесс получения рентгенограммы занимает 2-3 минуты. К преимуществам метода относятся не только быстрое получение снимка, но и высокие значения контрастности и четкости изображения, возможность сухого проявления и автоматизации технологического процесса, сравнительно низкая стоимость. Хорошо известен отечественный электрорентгенографический аппарат “Эрга-М”.

Томография - методика рентгенологического исследования, с помощью которого можно получить снимок слоя, расположенного на определенной глубине исследуемого объекта. При обычной рентгенографии на снимках получается суммарное изображение, при изучении которого не всегда удается определить истинную форму и величину исследуемого образования и глубину его расположения.

Получение послойного снимка основано на перемещениях двух из трех компонентов (рентгеновская трубка, рентгеновская пленка, объект исследования). Преимущественное распространение получила методика, при которой исследуемый объект неподвижен, а рентгеновская трубка и кассета с пленкой согласованно перемещаются в противоположных направлениях. Исследование осуществляют на укомплектованных томографическими приставками рентгеноаппаратах или томографах.

Методика и техника исследования имеют особенности, которые зависят от цели и объекта исследования. Обычно используют рентгенограммы, полученные в прямой и боковой проекциях при продольной томографии и горизонтальном положении пациента на спине или на боку. Некоторые аппараты (например, РУМ-10) позволяют проводить томографию в вертикальном положении больного.

Качественное томографическое изображение можно получить только на хорошо отрегулированной системе томографа с плавным ходом и с устойчивым направлением рабочего пучка излучения. Техническая толщина выделяемого слоя зависит от конструкции штативных устройств. Необходим периодический контроль механизмов установки глубины (высоты) среза и угла томографии с проведением испытаний по стандартному клиновидному тест-объекту. Для уменьшения проекционного увеличения и геометрической нерезкости исследуемый объект следует располагать как можно ближе к пленке, то есть пользоваться малыми глубинами томографии. Томографию следует выполнять по возможности так, чтобы длинник мешающей тени был сориентирован поперек направления движения излучателя и кассеты с пленкой. Для получения тонких томографических срезов необходимо использовать самый большой (из имеющегося набора) угол томографии.

Зонография - способ выполнения томографии при использовании угла поворота трубки 8-10о. При этой модификации томографии благодаря малому углу качания трубки удается выделить томографический слой толщиной 2,5-3 см с хорошо различимыми деталями.

Особенностью выбора физико-технических условий томографии является постоянная величина выдержки, необходимой для обеспечения полного (того или другого) угла томографии. Если установленная на пульте управления выдержка меньше оптимальной, то томографический эффект будет некачественным или же будет отсутствовать. При наличии в томографе нескольких углов томографии и скоростей передвижения подвижной системы им будут соответствовать выдержки определенной величины.

Флюорография - способ получения обзорной рентгенограммы (уменьшенного в 7-8 раз по сравнению с обычным рентгеновского изображения) путем фотографирования флюоресцирующего экрана на рентгеновскую пленку (обычно рулонную) с применением специальной фотографической оптики.

Например, флюорографы серии 12Ф7-У позволяют получать снимки с размером кадра 70х70 мм. Может выполняться многопроекционная флюорография, например, при заболеваниях легких обычно выполняют две флюорограммы: в прямой передней и боковой (правой и левой) проекциях, а при патологии сердца - в 3 или 4 стандартных проекциях: прямой передней, передней правой, левой косой и левой боковой.

Контрастные методики требуют использования специальных контрастных веществ - сульфата бария, йодолипола, кардиотраста, закиси азота или т.п.

Контрастирование пищевода (эзофагоскопия, эзофагография), проводимое, в частности, при рентгеноскопии и рентгенографии органов грудной полости, достигается при приеме пациентом одной чайной ложки сметанообразной бариевой взвеси (100 г бария сульфата размешивают в 100 мл воды).

Бронхография - метод исследования бронхов после заполнения их контрастным веществом, в качестве которого обычно используется сульфойодол - масляный раствор йодолипола (10-20 мл), к которому для повышения вязкости добавляют порошкообразные сульфанламиды (4-8 г). применяют также водорастворимые йодоорганические препараты (кардиотраст, верографин) в смеси с желатином (5-6 г). препарат готовят непосредственно перед исследованием.

Пневмомедиастинография - метод рентгенологического исследования органов средостения (средней области грудной полости, в которой расположены сердце, трахея, вилочковая железа, пищевод, крупные вены и др.) после искусственного контрастирования его клетчатки с помощью введения 500-1200 см3 газа (закиси азота, углекислого газа или смеси кислорода с углекислым газом). Рентгенограммы производят в прямой и боковой проекциях в горизонтальном или вертикальном положении пациента через 2-3 ч после введения газа. Пневмомедиастинографию целесообразно проводить в сочетании с томографией в прямой задней и боковых проекциях.

Фистулография представляет собой искусственное контрастирование через наружное свищевое отверстие свищевых ходов с последующим проведением многопроекционной рентгенографии. Для этой цели применяют водорастворимые йодистые препараты (сергозин, верографин, кардиотраст) и масляные (йодолипол).

Можно также использовать мелкодисперсную бариевую взвесь. Количество контрастного вещества вариабельно и зависит от патологического процесса.

Рентгенограммы выполняют как в стандартных проекциях (прямой, боковой), так и в атипичных оптимальных (прицельных) проекциях. Во время проведения фистулографии контрастное вещество может попадать на кожу, одежду, стол, кассету, что может создать дополнительные тени, стимулирующие свищевые ходы, затеки. Учитывая это, рентгенолаборант должен постоянно следить за чистотой кассеты и стола.

Ангиография - общее название методик рентгенологического исследования кровеносных сосудов различных органов и систем, проводимых с использованием заполнения их контрастным веществом через специальный катетер, и выполнения скоростной серии рентгенограмм.

Ангиокардиография - метод введения в сосуды (артерии и вены) или полости сердца контрастного вещества с последующей серийной рентгенографией.

Ангиопульманография представляет собой метод контрастирования легочных артерий через зонд, введенный в плечевую вену, а затем - в правый желудочек. В качестве контрастных веществ применяют йодистые высокоатомные водорастворимые препараты: кардиотраст, урографин и др.

Лимфография - метод рентгенологического исследования лимфатических сосудов при заполнении их контрастным веществом. Проводится с использованием поверхностных медиальных и латеральных сосудов. Выполняется на ангиографическом столе в положении пациента лежа на спине.

В целях профилактики аллергических реакций перед исследованием делают пробу на переносимость пациентом контрастного вещества: внутривенно вводят 2 мл раствора.

Появление аллергических реакций - противопоказание к проведению исследования. Осложнения могут быть местные (боль, гематома на уровне пункции, спазмы по ходу сосудов) и общие (аллергические, токсические, нейроваскулярные нарушения деятельности сердца). Наиболее опасными при ангиокардиографии осложнениями являются тромбоз и тромбоэмболия, которые могут развиться после проведенного исследования. Поэтому после ангиографии больные нуждаются в тщательном наблюдении и при необходимости - в лечебной помощи (вплоть до реанимационной).

Эффективно комбинированное применение рентгеноконтрастных методов и томографии.

Функциональная рентгенография - методики, реализуемые при выполнении снимков органа в различных фазах, положениях и т.д. Например, для легких, сердца и почек - в фазах вдоха и выдоха в вертикальном и горизонтальном положениях; для суставов и позвоночника - в положениях сгибания и разгибания, с нагрузкой и без нее. Особенности перестальтических движений (пищевода, желудка, кишечника и др.) можно изучить, экспонировав рентгеновскую пленку дважды половинными дозами через определенный интервал времени при фиксированном положении больного (диплография). Полезными могут оказаться сочетанные методики. В частности, наряду с рентгенографией гортани, легких и сердца, способствующей распознаванию многочисленных рентгеноморфологических признаков их поражения, при необходимости применяют различные рентгенофункциональные методики, уточняющие функциональное состояние исследуемых органов. Таким образом, дополняя обычную методику исследования, функциональная рентгенография расширяет и обогащает возможности рентгенодиагностики. Для подобных исследований могут быть использованы устройства, применяемые в обычной рентгенографии, а также рентгенокимография.

Рентгенокимография - методика графического отображения на рентгеновской пленки движения различных органов, записывается кривая их движения. Применяют для уточнения функциональных особенностей сердца, сосудов, диафрагмы, пищевода. Осуществляют с помощью специальной приставки - рентгенокимографа, который подключается к любому рентгеновскому аппарату. Принцип его работы состоит в производстве рентгенограммы на пленку 24х30 или 30х40 см при одновременном смещении рентгенокимографической решетки (перед исследованием рентгенолаборант должен с помощью секундомера измерить время движения решетки, обратив внимание на равномерность ее перемещения).

Рентгенофазокардиографию осуществляют с помощью специального аппарата, позволяющего получить рентгенограмму сердца в определенной фазе сокращения миокарда (систолы или диастолы) или зафиксировать на пленке последовательно обе фазы сердечного цикла (диплограмма). Методику применяют с целью уточнения функции миокарда.

Электрокимография - метод регистрации на бумажной ленте пульсаторных движений краеобразующего контура сердца, отходящих от сердца сосудов, а также сосудов корней легких.

Рентгенокинематография - метод киносъемки рентгеновского изображения с экрана электронно-оптического преобразователя или телевизора. Съемку производят на кинопленку различных размеров (16, 35, 70 мм). Скорость движения пленки зависит от цели исследования (обычно 24-48 кадров в с).