

**ОРГАНИЗАЦИЯ
ФОТОЛАБОРАТОРНОГО
ПРОЦЕССА В
РЕНТГЕНОВСКОМ КАБИНЕТЕ**

- В настоящее время основным видом рентгеновского изображения является рентгенограмма. В каждом рентгеновском кабинете ежедневно выполняют десятки — сотни рентгеновских снимков различных органов человека.

- В основе рентгенографии лежит способность рентгеновских лучей воздействовать на эмульсию фотографических материалов подобно световым лучам. Проникая через исследуемые объекты и поглощаясь в различной степени отличающимися по плотности их структурами, рентгеновские лучи воздействуют с различной силой на разные участки фотоэмульсии рентгенографической пленки, помещенной на выходе рентгеновских лучей из снимаемого объекта. При последующей фотообработке пленки достигается на рентгенограммах суммарное изображение всех внутренних и наружных структур исследуемых органов.

- Для получения изображения на рентгенограмме необходимо иметь рентгенографическую пленку, экспонированную (облученную) рентгеновскими лучами, прошедшими через снимаемый объект, и специальные, растворенные в воде, фотореактивы для ее обработки.

- ***Совокупность манипуляций по обработке экспонированной рентгенографической пленки в специальных растворах при особых условиях с целью получения на ней видимого теневого изображения составных частей исследуемых органов называется фотопроцессом в рентгеновском кабинете.***

Он выполняется в специальном помещении, именуемом фотолабораторией рентгеновского кабинета.

- Совершенствование фото процесса в рентгеновском кабинете продолжается и в настоящее время. Находят применение новые рациональные предложения по улучшению качества рентгенографической пленки, по внедрению отдельных ее образцов, уменьшающих облучение больных при рентгенографии, по облегчению труда сотрудников рентгеновского кабинета в фотолаборатории и увеличению его производительности.
- В деятельности рентгенолаборанта фото процесс занимает довольно большое место.
- *Несоблюдение правил фото процесса при обработке рентгенографической пленки приводит к наибольшему числу дефектов на ней по сравнению с таковыми при других манипуляциях во время выполнения рентгенограмм.*

ХАРАКТЕРИСТИКА РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛЕНКИ

- Рентгенографическое изображение возможно получить на многих материалах, покрытых фотоэмульсионным слоем (стекло, пластмасса, бумага, картон и др.), но основным приемником такого изображения в настоящее время является **рентгенографическая пленка.**

СОСТАВ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛЕНКИ

- Она состоит из 2 основных слоев: *основы и фотоэмульсии*.
- Основой (подложкой или несущим слоем) рентгенографической пленки служит тонкая (0,15 — 0,2 мм), гибкая, достаточно прочная и прозрачная для видимого света пленка. Она изготавливается из производных целлюлозы или полиэтилентерефталата. Большую прочность имеет пленка из динитрата целлюлозы (нитроцеллюлозная). Но она легко воспламеняется и при быстром горении выделяет большое количество ядовитых и удушающих газов (газообразная синильная кислота, окись углерода, нитраты и нитриты), что может приводить к несчастным случаям. Поэтому в последнее время основа для рентгенографической пленки все чаще готовится из несколько менее прочного, но зато слабогорючего материала — триацетата целлюлозы (ацетоцеллюлозная

далее

- На основу с двух сторон тонким слоем (доли миллиметра) наносится фотографическая эмульсия. Пленка с двусторонней эмульсией дает возможность получать более контрастное изображение и применять меньшие выдержки при рентгенографии. Для более прочной фиксации эмульсии к основе последняя предварительно смазывается очень тонким слоем специального клея, приготовленного из задубленного желатина. Для защиты эмульсионного слоя от механических повреждений он снаружи покрывается водонепроницаемым клеем или лаком.
- Таким образом, тонкий лист рентгенографической пленки состоит из 7 слоев: посередине — основа и далее в обе стороны — слои клея, фото эмульсии и лака.

Состав фотографической ЭМУЛЬСИИ

Основным ингредиентом ее является ***светочувствительное вещество.***

Именно оно дает в процессе направленных физико-химических превращений изображение на пленке.

- Светочувствительные вещества получили такое название из-за их свойства менять цвет под воздействием видимого света и последующих определенных химических реакций, что стали использовать для получения различных изображений.

Лучшими свойствами обладает желатин

- Свойства желатина позволяют создавать с его помощью практически незаменимую по качеству эмульсию галогенного серебра, которую используют в фотографии и рентгенологии уже более 100 лет. Лучшего коллоидного вещества для этой цели пока не найдено.

желатина в фотоэмульсию рентгенографической пленки

Вводятся другие добавки:

- *Антисептики* (бензол, подкрезол, карболовая кислота) для борьбы с микроорганизмами. Желатин является хорошей питательной средой для них. Размножаясь при определенных условиях в фотоэмульсии, микробы могут формировать колонии в виде округлых пятен разной величины и окраски и искажать изображение на рентгенограммах.
- *Дубители* (хромо-калиевые квасцы, ацетат хрома) для повышения механической прочности, упругости и стойкости фотоэмульсии к повышенной температуре.
- *Пластификаторы* (глицерин, этиленгликоль), снижающие хрупкость фотоэмульсии после дубления.
- *Красители-сенсibiliзаторы* для расширения радиационной чувствительности фотоэмульсии.
- *Антивуалирующие вещества* (калия бромид, бензотриазол), уменьшающие фотографическую вуаль, повышая избирательность фотографического проявления.

- Таким образом, в рентгенографической пленке основным слоем является эмульсионный. Самый необходимый компонент в нем — светочувствительное вещество (галогенное серебро). Все другие составные части в пленке служат одной цели — дать исследователю равномерный, тонкий, прочный и хорошо сохраняющийся слой светочувствительного материала, на котором в дальнейшем он сможет получать рентгенографическое изображение.

ДЕЙСТВИЕ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ НА

РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКУЮ ПЛЕНКУ

- Одним из основных свойств рентгеновских лучей является их фотографическое действие. Как и видимые лучи, они воздействуют на фотографическую эмульсию, вызывая в ней изменения светочувствительного вещества.

Проникая через исследуемый объект и попадая на пленку, рентгеновские лучи вызывают 2 эффекта.

- *Расщепление молекул галогенного серебра с образованием металлического серебра, называемое фотоионизацией.*
- *Переход молекул галогенного серебра из постоянного в возбужденное состояние, в результате чего резко повышается их химическая активность.*

ИЗОБРАЖЕНИЯ НА РЕНТГЕНОГРАММАХ, ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ

Появление изображения на рентгенограммах возможно благодаря способности галогенного серебра экспонированной рентгенографической пленки вступать в химическую реакцию с проявляющим веществом. В ходе реакции восстанавливается металлическое серебро, имеющее в микрокристаллическом состоянии черный цвет. Для осуществления этого необходимы условия, при которых молекулы галогенного серебра и проявляющего вещества могли бы соприкоснуться между собой на большом протяжении.

Последнее достигается путем растворения проявляющего вещества в воде с последующим помещением в такой раствор экспонированной рентгенографической пленки. Желатин эмульсии пленки в воде набухает. По закону диффузии в нее проникает проявляющий раствор, несущий молекулы проявляющего вещества. Они встречаются с молекулами микрокристаллов галогенного серебра. Идет химическая реакция восстановления. От галогенного серебра отщепляется галоген. Появляется металлическое серебро, дающее

- Процесс появления изображения (проявление пленки) выполняется до определенного момента, когда или при визуальном контроле, или по расчетному времени на пленке появится оптимальное изображение нужных тканей исследуемого объекта.
- Если процесс проявления не остановить в нужный момент и он будет еще длительно продолжаться, то в последующем в реакцию вступает и менее активное галогенное серебро пленки. В итоге все оно восстанавливается в металлическое, и появляется сплошная чернота пленки. Изображение исчезает. Вот почему при проявлении пленки важно не упустить момент, когда появляющееся изображение достигнет требуемого качества.

- Для обеспечения сохранности изображения необходимо из эмульсии пленки извлечь непрореагировавшее при проявлении галогенное серебро.
- Это осуществляется помещением пленки в другой раствор, называемый фиксажным (так как в нем надолго фиксируется полученное изображение). В состав такого раствора входит вещество, способное путем химической реакции перевести нерастворимое галогенное серебро в другую соль, растворимую в воде. Последняя растворяется и выходит из эмульсии. Несущее же изображение металлическое серебро остается в эмульсии пленки и способно обеспечить сохранность изображения на протяжении многих десятилетий.

ПРОЯВЛЯЮЩИЙ РАСТВОР И ЕГО ВОССТАНОВИТЕЛЬ

- Растворы, в которых происходят восстановление галогенного серебра рентгенографической пленки в металлическое и появление на ней изображения, называют проявляющими. В рентгенологии для этой цели применяются, в основном, водные растворы ряда последовательно растворенных химических веществ (возможны водно-спиртовые растворы, пасты, желе и др.).
- В качестве проявляющих веществ используются химические восстановители и лишь те соединения, которые способны избирательно восстанавливать галогенное серебро экспонированных участков пленки. Они должны обеспечивать существенно большую способность восстановления экспонированных участков ее по сравнению с неэкспонированными. В противном случае изображение будет искажено фотографической вуалью.

- Как правило, в состав проявляющего раствора, применяемого в рентгенологии, помимо проявляющего вещества (одного или двух), входят: **сохраняющее, ускоряющее, противовуалирующее вещество и растворитель (вода)**.

1. Сохраняющее вещество — предназначено для обезвреживания окислителей, которые могут разрушить проявляющее вещество в проявляющем растворе. Окислителями в проявителе являются постоянно находящийся в воде растворенный кислород и кислые продукты, образующиеся при работе проявителя, когда в результате восстановления галогенного серебра в растворе появляется бромисто-водородная кислота (при соединении освобождающегося брома с водородом). Сохраняющее вещество вступает в химическую реакцию с кислыми продуктами, обезвреживает их, чем защищает проявляющее вещество от окисления (разрушения). Устраняя кислую среду, сохраняющее вещество в некоторой степени ускоряет процесс проявления, который быстро протекает в щелочной среде. В качестве сохраняющего вещества чаще используют натрия сульфит (натрий сернистокислый), обычно называемый просто *сульфитом*.

2. *Ускоряющее вещество* — это щелочь или соль со щелочными свойствами. Ускорение процесса проявления при их присутствии осуществляется двумя путями. Во-первых, все проявляющие вещества, за исключением амидола, химически активны только в щелочной среде. Создание щелочной среды проявителя способствует ускорению проявления. Щелочи также нейтрализуют образующиеся кислые продукты в проявителе. Во-вторых, щелочи размягчают желатин, чем способствуют быстрейшему проникновению проявляющего вещества в фотоэмульсию.

3. *Противовуалирующее вещество* — способствует уменьшению фотографической вуали. Сущность последней заключается в образовании металлического серебра при проявлении в неэкспонированных кристаллах галогенного серебра, из-за чего вуалируется (смазывается) изображение. Противовуали-рующие вещества повышают избирательность проявления, препятствуя реакции восстановления серебра в неэкспонированных участках фотоэмульсии. Чаще для этой цели в проявитель вводят калия бромид, реже бензо-триазол, бензимидазол.

4. *Растворителем* в проявляющем растворе служит вода. Сырая вода (водопроводная, речная, родниковая) может содержать разное количество примесей (песок, глина, соли, растворенные газы, микробы и др.), иногда вызывающих вуалирование, окраску рентгенографической пленки, появление на ней пятен.

Поэтому наилучшим растворителем для проявителя является дистиллированная вода.

ФИКСАЖНЫЙ РАСТВОР, НЕОБХОДИМОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТОП-ВАННЫ

Растворы, в которых происходит химическое превращение не восстановленного при проявлении галогенного серебра, его растворение и выход из эмульсии пленки, называют *фиксажными, или закрепляющими*. С их помощью фиксируется (закрепляется) на длительное время полученное изображение. Они содержат вещество, которое растворяет галогенное серебро, оставляя нетронутым в эмульсии пленки металлическое серебро, несущее изображение.

Имеется много химических соединений, растворяющих галогенное серебро. Наибольшее распространение при фотопроцессе получил натрий тиосульфат (натрий серноватистокислый), называемый еще натрий гипосульфитом или просто гипосульфитом.

ТЕХНИКА ФОТООБРАБОТКИ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЙ И ФЛЮОРОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛЕНКИ

- Фотообработка рентгенографической и флюорографической пленки состоит из ряда последовательных манипуляций, выполняемых при особых условиях с помощью фоторастворов и воды, залитых в различные емкости.

Она включает ряд обязательных процессов:

1. проявление;
2. ополаскивание с остановкой проявления;
3. закрепление;
4. смывание закрепителя;
5. промывка;
6. сушка.

- Все отмеченные манипуляции выполняют путем последовательного помещения экспонированной рентгенографической или флюорографической пленки в разные среды: специальные растворы, воду, подогретый воздух и др. Для каждой рабочей среды должны быть определенные емкости. Устройство их бывает разное и зависит от вида пленки и способа ее обработки.
- Существуют два способа фотообработки рентгеновских и флюорографических пленок: *ручной*, при котором все манипуляции выполняются вручную;
- *автоматический*, когда пленку обрабатывают с помощью специальных машин.

При использовании ручного способа фотообработки рентгенографической пленки применяют 2 метода проявления.

1. **Проявление с визуальным контролем**, когда момент прекращения его определяется рентгенолаборантом на глаз по достижении оптимального изображения. Такое проявление эффективно только после появления у рентгенолаборанта определенного опыта, хотя на практике оно применяется наиболее часто.

Этот метод проявления распространен в связи с тем, что при нем имеется возможность каждый раз исправить погрешности при выборе условий экспонирования рентгенографической пленки (величины экспозиции и анодного напряжения) и получить приличный снимок, несколько уменьшив или увеличив продолжительность проявления.

2. Проявление по времени — более прогрессивный метод. Пленку опускают в проявитель на 6—8 мин и только по истечении указанного времени переносят в фиксаж. Это позволяет проявляющему раствору проработать эмульсию пленки на всю ее глубину. При правильно подобранных условиях экспонирования пленки снимок получается сочным и информативным. Он достаточно контрастен и богат деталями. Вот почему некоторые врачи-рентгенологи умышленно убирают из фотолаборатории неактивные фонари, чтобы рентгенолаборант проявлял рентгенографическую пленку только по времени. Рентгенолаборанту не остается ничего другого, как научиться правильно подбирать условия экспонирования пленок. В противном случае ему приходится часто переснимать, меняя режимы экспонирования пленок.

Лучшим вариантом является проявление с визуальным контролем с сигнальными часами, позволяющими каждый раз определить правильность выбранных условий экспонирования пленки и откорректировать последние при очередной однотипной рентгенографии.

ОПОЛАСКИВАНИЕ С ОСТАНОВКОЙ ПРОЯВЛЕНИЯ

Как только при проявлении пленки появилось требуемое изображение, процесс необходимо быстро приостановить. Это достигается путем ополаскивания пленки — смыва остатков проявляющего раствора с ее поверхностей при погружении ее в промывную воду. Ополаскивание рекомендуют проводить на протяжении одной минуты, многократно в темпе приподнимая и опуская рамку с пленкой в промывной воде

ЗАКРЕПЛЕНИЕ

- Процесс закрепления проходит 2 фазы.
- 1-я из них (переход нерастворимой соли галогенного серебра в растворимую) должна протекать в темноте или при неактивном освещении. Она заканчивается с исчезновением молочно-белой окраски эмульсионного слоя пленки и наступлением ее просветления (появления прозрачности пленки). Воздействие на пленку видимого света на этом этапе закрепления недопустимо, так как оно может привести к образованию на рентгенограмме дихроической вуали. А в некоторых случаях при этом не наступает достаточное закрепление пленки.
- 2-ю фазу закрепления (диффундирование растворимой соли галогенного серебра в фиксажный раствор) можно осуществлять на свету. Для этого только должно быть обеспечено достаточное время. Оно обычно равно времени, затраченному на

СМЫВАНИЕ ЗАКРЕПИТЕЛЯ

- Фиксажный раствор содержит в себе значительную часть галогенного серебра. Его в растворе тем больше, чем дольше он работает.
- Разумеется, что каждая отфиксированная рентгенографическая пленка и ее рамка уносят на своих поверхностях в промывной бак определенное количество фиксажа, а значит и серебра, поступающего в канализацию.
- С целью сохранения части этого серебра перед промывным баком устанавливают дополнительную емкость с чистой водой. В ней каждую закрепленную пленку ополаскивают, погружая в воду 3—5 раз. При этом большая часть фиксажного раствора смывается с пленки в указанную воду. Со временем концентрация галогенного серебра в 1-й промывной воде сравнивается с таковой в фиксаже. Указанную воду, как серебрясодержащий отход, сдают по назначению наравне с фиксажем.

ПРОМЫВКА

- После смывания с пленки излишков фиксажного раствора она подвергается окончательной промывке в очередной емкости с водой, лучше проточной, для полного удаления из ее эмульсионного слоя всех веществ, попавших в желатин из проявляющего и фиксажного растворов. В эмульсии пленки должно остаться только нерастворимое металлическое серебро, фиксированное в желатине.
- При неполноценной промывке оставшиеся в эмульсии фотореактивы с течением времени приведут снимок в негодность, его изображение деформируется.

СУШКА

- При ручном способе фотообработки пленки сушка ее может быть *естественной и искусственной*, а также в редких случаях — *экстренной*.
- Естественная сушка выполняется в обычных комнатных условиях, чаще всего в помещении фотолаборатории.
- Искусственная сушка проводится в сушильных шкафах разных конструкций.
- При необходимости срочного высушивания пленку опускают на 4—5 мин в концентрированный спирт этиловыми. Оп

ОФОРМЛЕНИЕ РЕНТГЕНОГРАММ И ФЛЮОРОГРАММ

Существует несколько способов маркировки рентгенограмм с нанесением на них обязательных данных:

1. Ручное обозначение всех маркировочных элементов с помощью надписей обычным пером. В качестве чернил при этом применяются 3% растворы колларгола или протаргола. Выполненные таким способом надписи отсвечивают на темном фоне рентгенограммы и имеют черный цвет при просмотре снимка на негатоскопе. Пользуются также белой гуашью, которую перед употреблением разбавляют водой. Эта краска имеет белый цвет на темном фоне снимка и черный при его подсветке.

2. Маркировка с помощью заготовленного штампа, где указаны наименование лечебного учреждения и стандартные буквенные и цифровые знаки.

От руки дописывают только фамилию и инициалы больного, две последние цифры года рождения и регистрационные цифры. Отпечатки штампа размещают на светлых участках рентгенограммы, используя при этом колларговые чернила для смачивания штемпельной подушки.

3. Подобные маркировочные сведения могут закладывать в специальные нумераторы заводского изготовления, которые укладывают на кассету при

экспонировании пленки. Добавочные записи

4. Перенос маркировочных данных на неэкспонированное прямоугольное поле в углу пленки с помощью подсветки. С этой целью на лицевой стороне дна рентгеновской кассеты в определенном ее углу наклеивается свинцовая пластинка. На ее уровне пленка при экспонировании не облучается. Перед проявлением пленка устанавливается необлученным ее полем в окно специальной подсветки. К пленке прикладывается бумажка (еще лучше целлулоидная пластинка) с нанесенными на ней от руки или с помощью машинки маркировочными данными. Окно подсвечивается электролампочкой в течение установленного опытным путем времени. При проявлении такой пленки одновременно с рентгеновским изображением на ней проявляются маркировочные обозначения. Выполняя маркировку с помощью подсветки вместо подклеивания свинцовой пластинки на кассету применяют и другой способ уменьшения облучения маркировочного поля пленки. Он заключается в защите этого поля путем симметричной наклейки соответствующих размеров одинаковых по форме лоскутов черной бумаги на оба усиливающих экрана в кассете. Это ведет к значительному уменьшению лучевого воздействия на пленку в указанных местах, где при проявлении пленка не чернеет.

5. Маркировка с использованием бумажной наклейки, несущей необходимые данные. Она накладывается на эмульсионный слой влажной, промытой после фотообработки рентгенограммы и при сушке приклеивается к ней. Этот способ маркировки применяется редко, так как наклейки в ряде случаев отпадают и рентгенограммы обезличиваются.

ДЕФЕКТЫ НА РЕНТГЕНОГРАММАХ И ФЛЮОРОГРАММАХ ИЗ-ЗА УПУЩЕНИИ ПРИ ФОТОПРОЦЕССЕ

Качество снимков зависит от двух довольно многогранных и объемных процедур:

выбора оптимальных технических условий экспонирования пленки при соблюдении рекомендуемых укладок исследуемых органов

И правильного проведения фотообработки пленки.

При их выполнении могут встречаться многочисленные ошибки.

Так, еще до экспонирования рентгенографической пленки из-за **неправильного ее хранения** в эмульсионном слое могут происходить изменения, дающие дефекты на рентгенограммах.

Приводим основные из них:

- фрикционная вуаль — диффузный серый фон на всем протяжении рентгенограммы, появляющийся в результате давления на эмульсию пленки при хранении коробок с пленкой плашмя друг на друге;
- контактная вуаль (имеет идентичную картину) и появляется при хранении пленок без бумажных прокладок между ними;
- краевая вуаль — темные полосы разной ширины по краям пленки наблюдается на рентгенографической пленке при длительном ее хранении в сильно освещенном помещении;
- черные пятна, точки, ветвеподобные рисунки образуются на рентгенограммах при хранении пленки во влажной среде и проникновении в упаковку вредных газов и паров летучих веществ.

- Ряд дефектов на рентгенограммах обусловлены **упущениями рентгенолаборанта при работе и фотолаборатории.**

К ним относятся:

- следы от пальцев на снимках, появляющиеся при работе с пленкой грязными и влажными руками;
- темные полосы на рентгенограммах в виде узких полулуний, которые возникают в результате перегибов пленки до ее фотообработки из-за сдавления эмульсии в этих местах;
- темные прерывистые полосы у краев пленки (иногда несколько их параллельно) образуются после проведения загрязненными проявителем пальцами рентгенолаборанта по пленке от одного угла ее к другому во время заключения пленки в рамку;
- темные молниеподобные линии на снимках являются следствием появления электростатического заряда на сухой пленке, дающего вспышку при трении ее в момент быстрого извлечения из коробки во время зарядки кассеты;
- темные точки и пятна на рентгенограммах образуются при попадании компонентов проявителя в кассету в виде просыпанных или распыленных порошков в процессе приготовления фоторастворов.

Спасибо за внимание