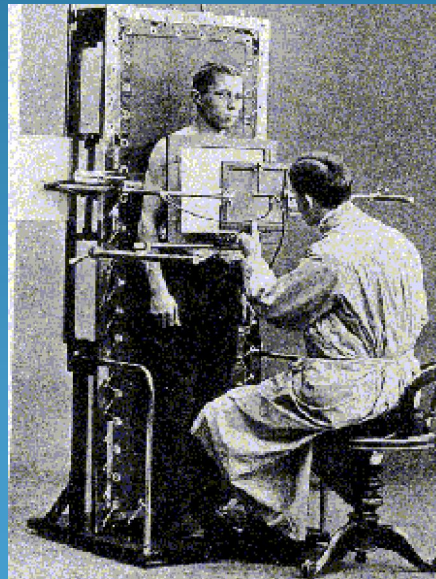


Características Específicas de los Equipos de RI



Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica

Características Específicas de los Equipos de RI

Alta filtración

Modos de Trabajo (fluoroscopia y adquisición)

Tipos de Emisión (continua y pulsada)

Control Automático del Brillo (CAB)

Magnificación

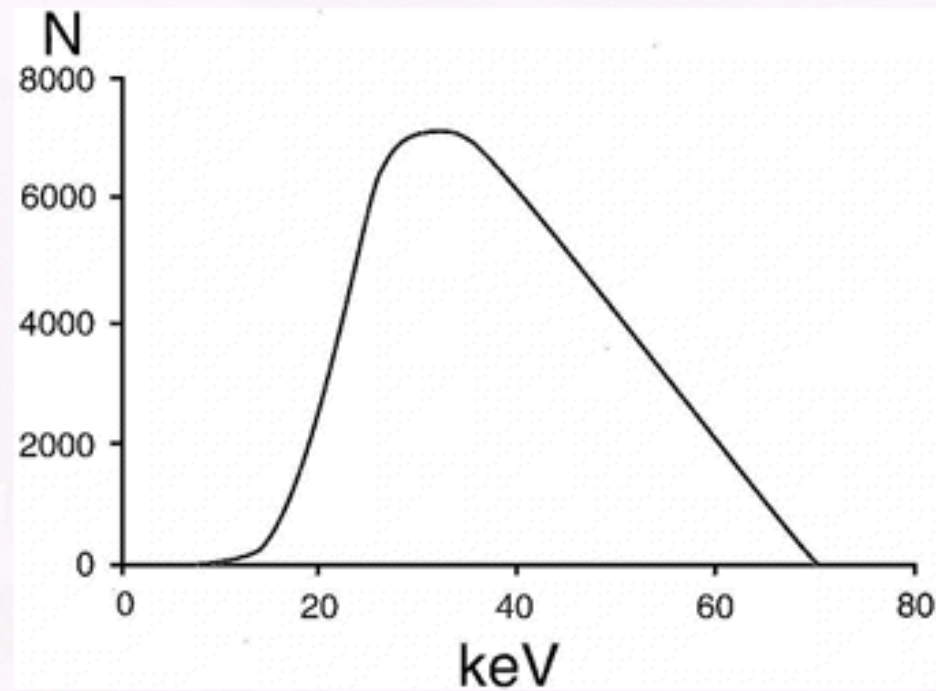
Fluoroscopia Digital

Alta Filtración

- Es el proceso de modificar el contenido del haz de *Rx* para aumentar los fotones útiles, respecto de aquellos que aumentan las dosis al paciente o disminuyen el contraste de la imagen:
 - Los fotones de energía muy baja se absorben siempre por el paciente, contribuyen altamente a la dosis en piel. No aportan calidad de imagen.
 - Los fotones de muy alta energía atraviesan fácilmente el tejido, hueso y medios de contraste. Contribuyen con poca dosis, pero producen imágenes con bajo contraste y alto ruido.

Características Específicas de los Equipos de RI

Alta Filtración

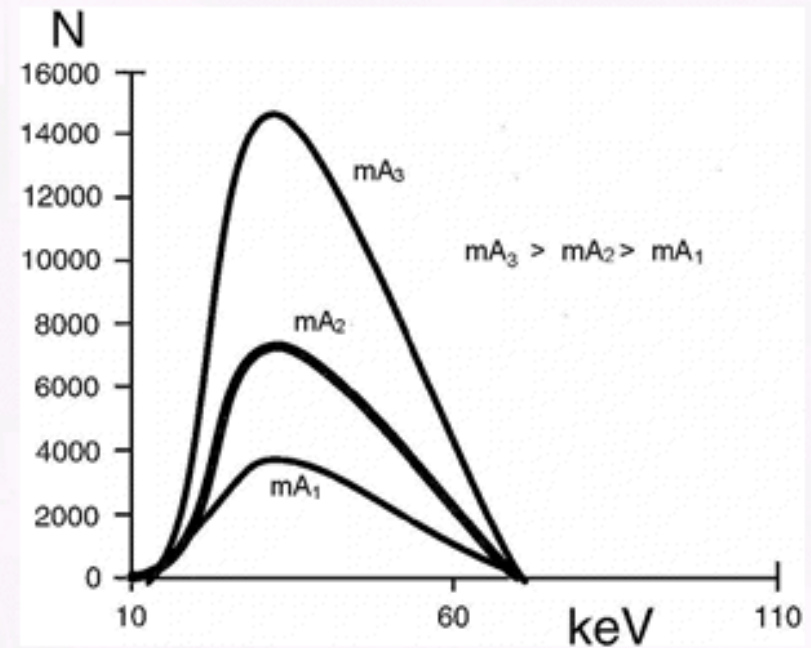


Espectro típico de Rx

Alta Filtración

- El número total de fotones depende de los *mA*
- La máxima energía de los fotones corresponde a la tensión máxima aplicada, *kVp*.
- La energía mínima queda determinada por la filtración total en el tubo y su carcasa.
- La forma del espectro se modifica con los *KVp* y *mA* como sigue:
 - Si los *kVp* aumentan, se producen más fotones y se aumentan las energías de los fotones producidos. Además se puede producir radiación característica.
 - Un aumento de los *mA* produce un aumento proporcional en el número de fotones para cada nivel de energía. No hay ningún cambio en la proporción de fotones en cada punto del espectro.

Alta Filtración



Espectro de Rx para diferentes mA

Alta Filtración

- En la Radiología Intervencionista el haz de rayos X que contribuye a la imagen se filtra por medio de absorbentes a tres niveles diferentes. Desde la fuente de Rx éstos son los siguientes:
 - *Filtración inherente*: el cristal del contenedor que encierra el ánodo y cátodo, el aceite aislante que rodea el tubo y la ventana de la carcasa del tubo.
 - *Filtración añadida*.
 - *El paciente*.
- Agregando la filtración añadida los fotones de baja energía se atenuarán preferentemente. Suele consistir en láminas de aluminio.

Modos de Trabajo

- Los equipos de RI operan básicamente en dos modos:
 - Modo fluoroscopia.
 - Modo adquisición (grabación de imágenes, para interpretación diagnóstica).
- Los parámetros de operación de los dos modos son diferentes, especialmente en la dosis de entrada del sistema de imagen.
- ***Modo Fluoroscopia***
 - Proporciona imágenes en tiempo real cuando no es necesario grabarlas.
 - Dado que estas imágenes se visualizan en movimiento, la neuropsicología de la visión integra varios fotogramas, reduciendo la percepción del ruido en las imágenes.
 - No necesita el mismo nivel de calidad de imagen que el modo de adquisición.

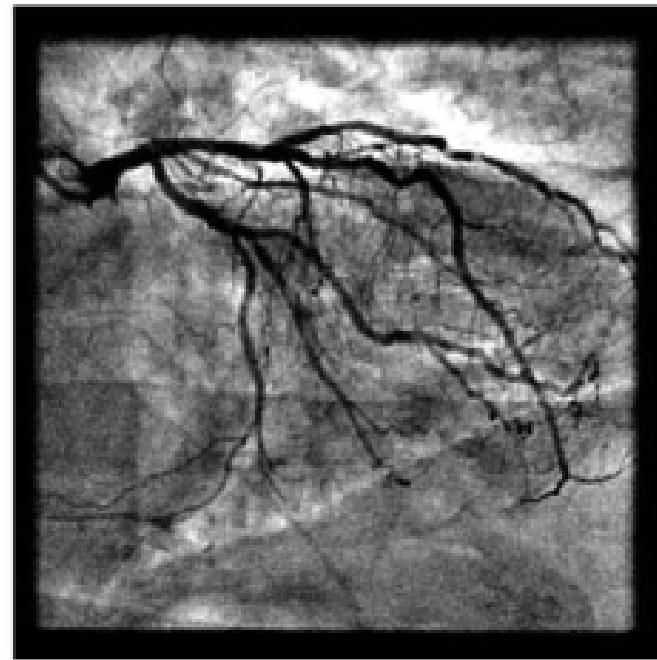
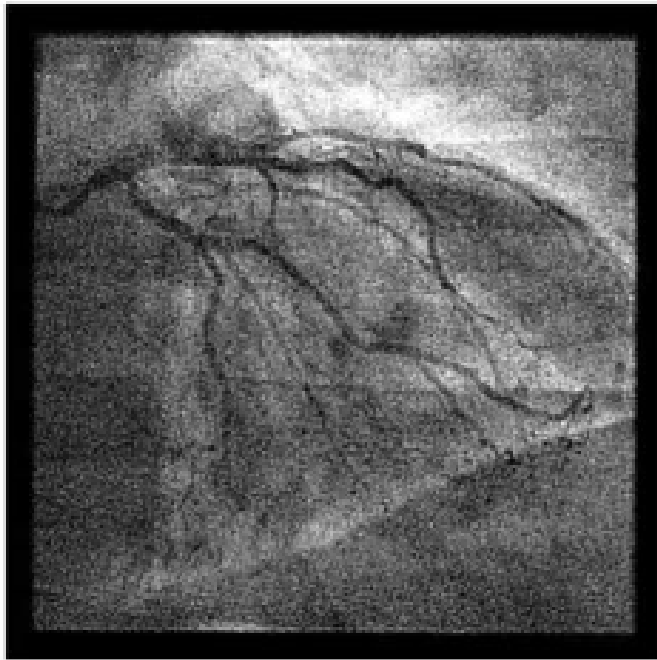
Modos de Trabajo

- Se puede tolerar un mayor nivel de ruido
- Se puede utilizar una tasa de dosis menor.
- Si reducimos el valor de tasa de dosis, aumenta el ruido y perdemos calidad de imagen.
- Valores de tasa de dosis seleccionables, de forma que se pueda escoger el valor menor que de una calidad de imagen adecuada.
- ***Modo Adquisición***
 - Cuando es necesario revisar y archivar o analizar las imágenes.
 - Se generan imágenes de mayor resolución.
 - La adquisición de imágenes se realiza a unas tasas de dosis de entrada mayores para reducir el ruido.

Modos de Trabajo

- Tasa de dosis de un fotograma, a menudo, es 15 veces mayor al de fluoroscopia.
- Se pueden rellenar los espacios sin emisión con la última imagen adquirida.
- Si se reducen los fotogramas por segundo, la visualización se deteriora y entrecorta.
- Una tasa de adquisición adecuada en adultos es 15 *fps*, mientras que en niños pequeños es necesario tasas de pulsos mayores.

Modos de Trabajo



Dos imágenes estáticas: a la izquierda una imagen obtenida con una tasa de dosis de fluoroscopia. A la derecha una imagen similar del mismo paciente y proyección, obtenida con una tasa de dosis de adquisición. El mayor ruido de la imagen de fluoroscopia es debido a la menor tasa de dosis utilizada.

Tipos de Emisión

- ***Emisión continua***
 - El tubo de rayos X emite radiación de forma continua.
 - El receptor de imagen puede formar las imágenes de forma continua.
 - Aunque la recepción es continua, la tasa de imágenes es la correspondiente al sistema de video, usualmente 30 imágenes por segundo.
 - El problema de la emisión continua es que se produce borrosidad de las estructuras en movimiento
 - Se produce una ***mayor exposición del paciente.***
 - Debido a ello prácticamente la totalidad de sistemas actuales operan en modo de fluoroscopia pulsada.

Tipos de Emisión

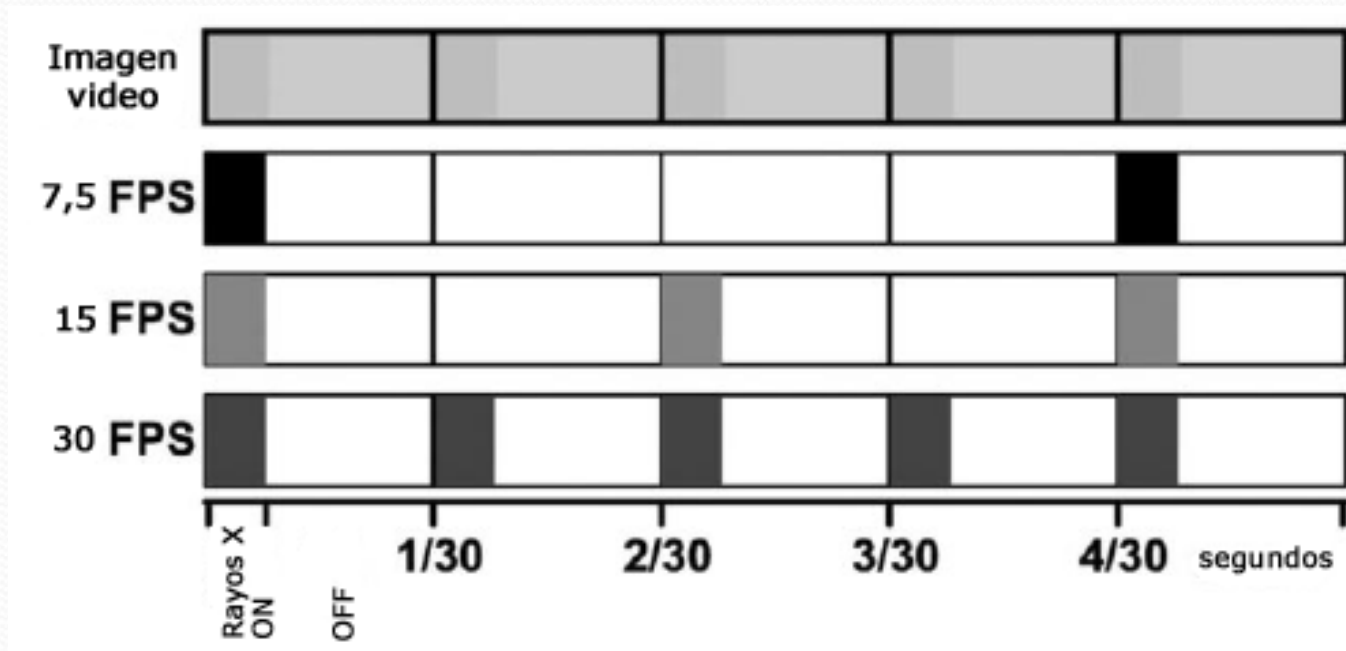
- ***Emisión pulsada***
 - La exposición se obtiene en pulsos cortos de 3-10 milisegundos de anchura.
 - La tasa de fotogramas típica es de 30 - 25 fps fotogramas por segundo, en EEUU y Europa respectivamente, debido al estándar de vídeo utilizado.
 - También se pueden seleccionar tasas inferiores como 15-12,5 ó 7,5-6,25 fps respectivamente.
 - Para reducir el parpadeo cuando se seleccionan tasas inferiores a 30-25 fps se visualiza en el monitor la última imagen hasta que se vuelve a actualizar.

Tipos de Emisión

- Gracias a que utiliza pulsos cortos permite reducir la borrosidad de las imágenes.
- Especialmente adecuada para examinar estructuras en movimiento rápido como las típicas de las aplicaciones cardiovasculares.
- En algunos equipos modernos de cardiología pediátrica se pueden seleccionar hasta 60 *fps* para captar el rápido movimiento cardiovascular en niños pequeños.
- Los tiempos de emisión de radiación son menores que en continua:
 - ***Menor dosis al paciente***
 - ***Menor dosis a trabajadores expuestos.***
- Cuanto menor es la tasa de pulsos, mayor es el ruido de las imágenes.

Características Específicas de los Equipos de RI

Tipos de Emisión



Emisión pulsada. Distintas tasas de fotogramas por segundo e imagen de video correspondiente.

Control Automático del Brillo

- Control automático de algunas de las principales características de emisión de los Rx:
 - Corriente (mA)
 - Tensión aplicada (kV)
 - Filtración
 - Tipo de pulso.
- Durante la emisión de fluoroscopia, la corriente y la tensión se regulan para mantener una tasa de dosis constante en la entrada del intensificador de la imagen.
- Se utiliza la señal de la salida de la cámara de TV o del fotodiodo intermedio y se introduce en un sistema electrónico de control que regula los parámetros del generador.

Control Automático del Brillo

- Al aumentar la tensión del tubo tenemos mayor transmisión de rayos X y reducción de la dosis a la entrada del paciente (*dosis bajas*).
- La alteración de la corriente del tubo, a tensión baja (*dosis altas*), se denomina modo de *alto contraste*.
 - La diferencia en el coeficiente de atenuación de dos materiales es mayor, debido a la dependencia de energía del efecto fotoeléctrico.
 - El contraste de la imagen es mayor.
- Si seleccionamos de forma manual los parámetros estimando la densidad del paciente, la composición de la zona a explorar, etc., se asumen riesgos que pueden dar como resultado una imagen de difícil diagnóstico.

Control Automático del Brillo

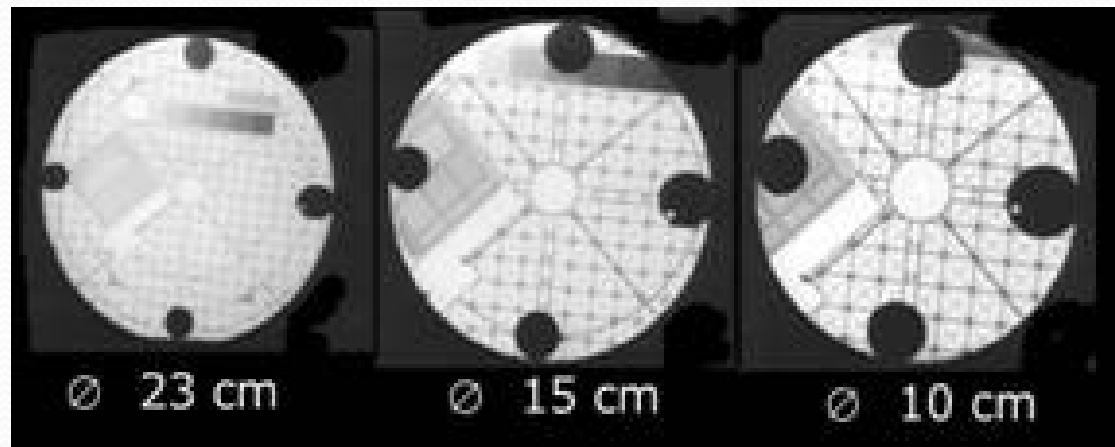
- El CAB evita las ***subexposiciones*** y ***sobreexposiciones***, que pueden darse con la selección manual de las características, y que pueden suponer una falta de calidad diagnóstica de las imágenes y un aumento de dosis para el paciente.

Magnificación

- En las exploraciones puede ser necesario obtener una visión magnificada de una determinada zona.
- Es posible realizar una magnificación de forma mecánica (acercando el foco al paciente)
- Suele ser más práctico utilizar la magnificación electrónica:
 - Se alteran las tensiones de polarización internas del intensificador de imagen.
 - Se hace que el haz de radiación se reduzca al campo que se quiere magnificar.
- Este proceso hace que la ganancia del intensificador se reduzca y se compensa aumentando la tasa de dosis a la entrada del intensificador, lo que conlleva a un ***aumento de la dosis al paciente.***

Magnificación

- Aumenta la resolución de alto contraste, y dado que se irradia un área menor, se reduce la radiación dispersa, aumentando así el contraste de la imagen.
- La calidad de imagen aumenta.
- ***La dosis recibida por el paciente aumenta de forma proporcional a la magnificación realizada.***



Magnificación de un maniquí

Fluoroscopia Digital

- Adquieren las imágenes en formato digital:
 - Los equipos que incorporan a la salida del intensificador de imagen una cámara CCD.
 - Los que utilizan detectores digitales de panel plano.
 -
- Las imágenes digitales están formadas por puntos elementales de imagen denominados píxel.
- Las imágenes están formadas por matrices de píxels, habitualmente de 512 x 512 ó 1024 x 1024 píxels.
- La ventaja de las imágenes digitales, es la facilidad y rapidez con la que pueden almacenarse y visualizarse, de forma que los intervencionistas las pueden consultar casi inmediatamente antes de continuar con otro proceso de la exploración o tratamiento.

Fluoroscopia Digital

- En el caso de las imágenes cinematográficas convencionales, es necesario un proceso de revelado químico que demora en varios minutos la posibilidad de visualizar las imágenes.
- Otra gran ventaja de las imágenes digitales es que se pueden manipular digitalmente:
 - Para mejorar la calidad de las imágenes.
 - Para facilitar los procedimientos intervencionistas (p.e. la substracción digital de imagen y congelación de la última imagen)
- El mayor inconveniente, es que su resolución es inferior a la de las películas, limitada por el sistema de adquisición digital. No obstante, los actuales sistemas basados tanto en CCD de alta resolución, como los basados en detectores digitales proporcionan una resolución adecuada.

Fluoroscopia Digital

- Las ventajas de los detectores digitales planos versus los intensificadores de imagen son:
 - Imágenes con un mayor rango dinámico.
 - ***Capacidad de utilizar dosis menores.***
 - Mejor resolución.
 - Imágenes sin distorsión geométrica (importante cuando se utilizan campos grandes)
- El procesamiento de imagen juega un papel cada vez más importante en los modernos equipos de radiología intervencionista.
- Principalmente el procesamiento se encarga de mejorar la señal de la imagen y reducir el ruido. Para ello se emplean diferentes algoritmos, complejos, de procesamiento de imagen.

Fluoroscopia Digital

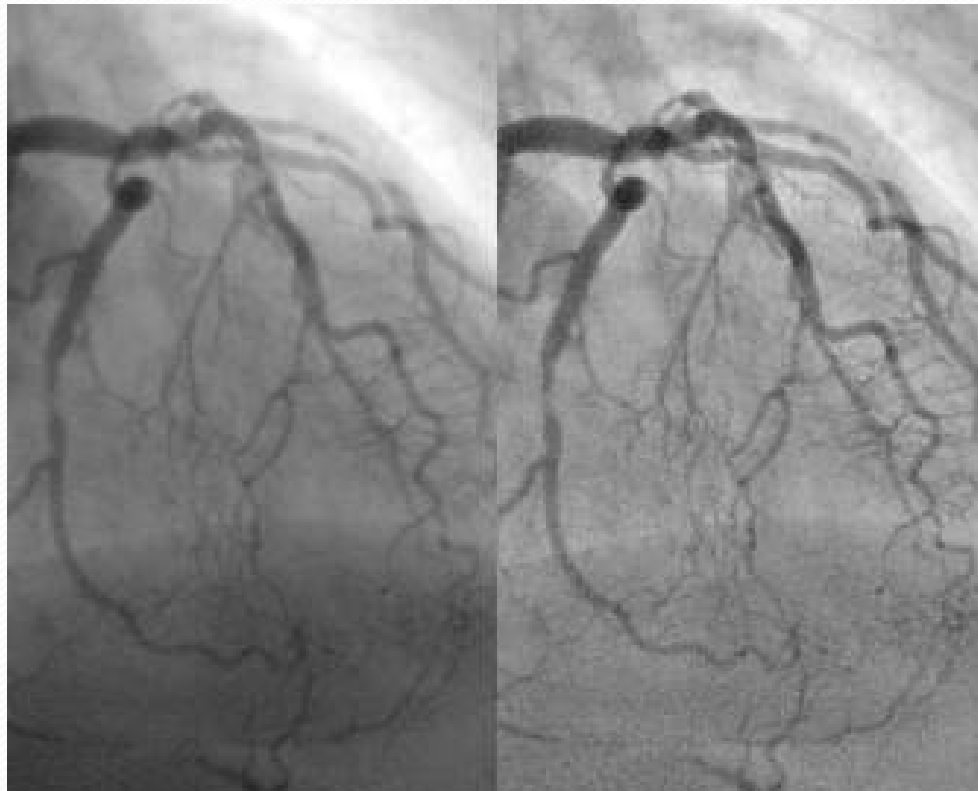
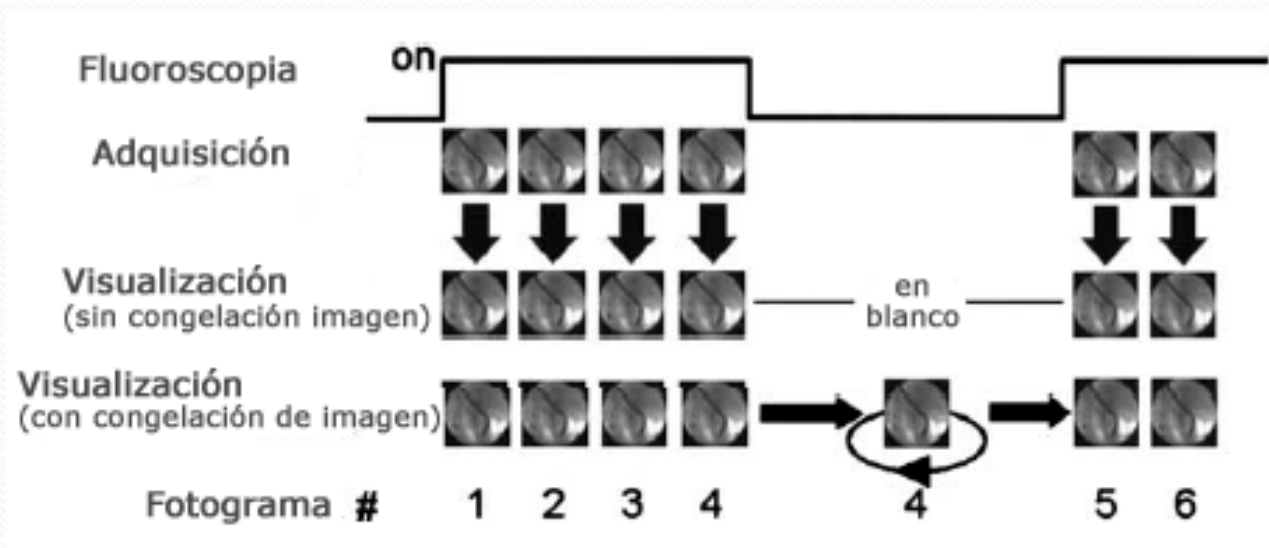


Imagen sin procesado (izquierda) e imagen procesada para mejora de calidad (derecha)

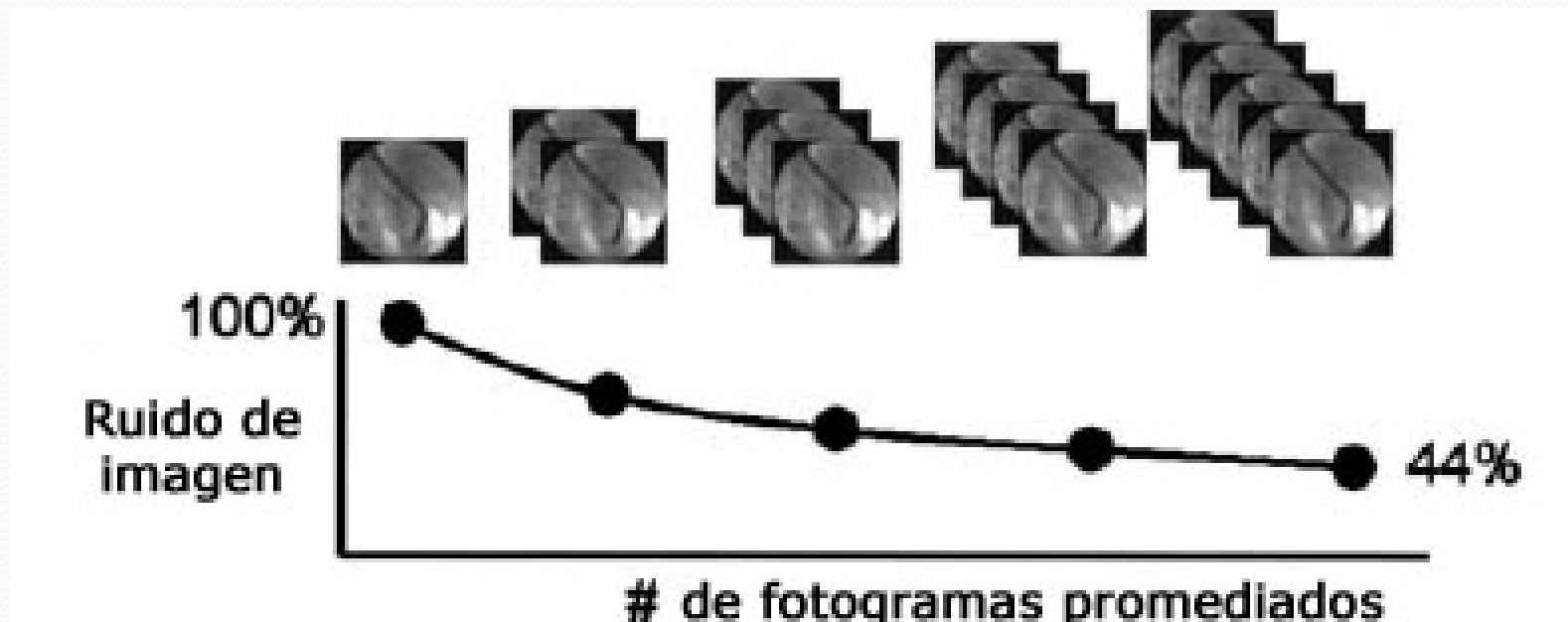
Fluoroscopia Digital

- Como hemos comentado, la capacidad para almacenar y manipular imágenes digitales permite diseñar una serie de herramientas que facilitan y mejoran los procedimientos intervencionistas guiados por Rx. algunas de estas herramientas son:
 - Memoria de Imagen.



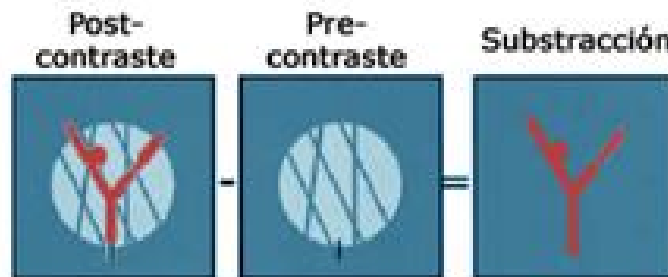
Fluoroscopia Digital

- Promedio temporal de fotogramas.

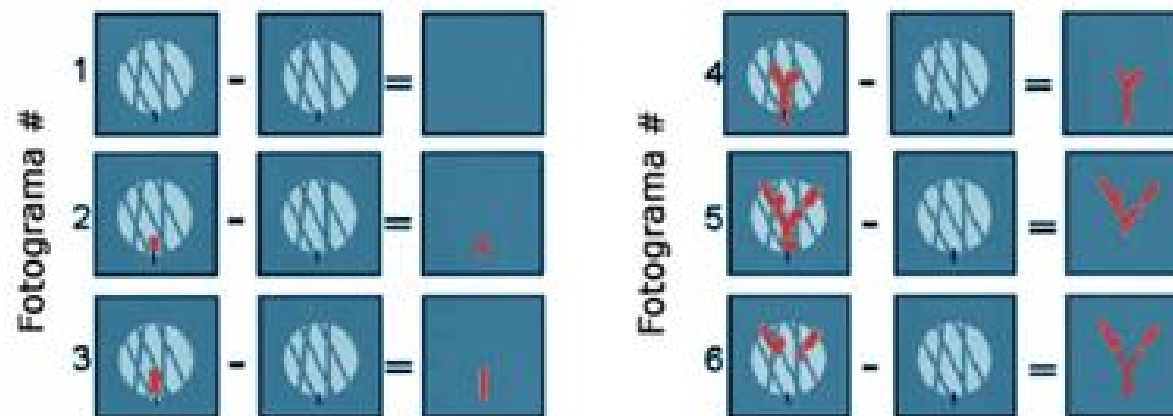


Fluoroscopia Digital

- Angiografía de sustracción digital.

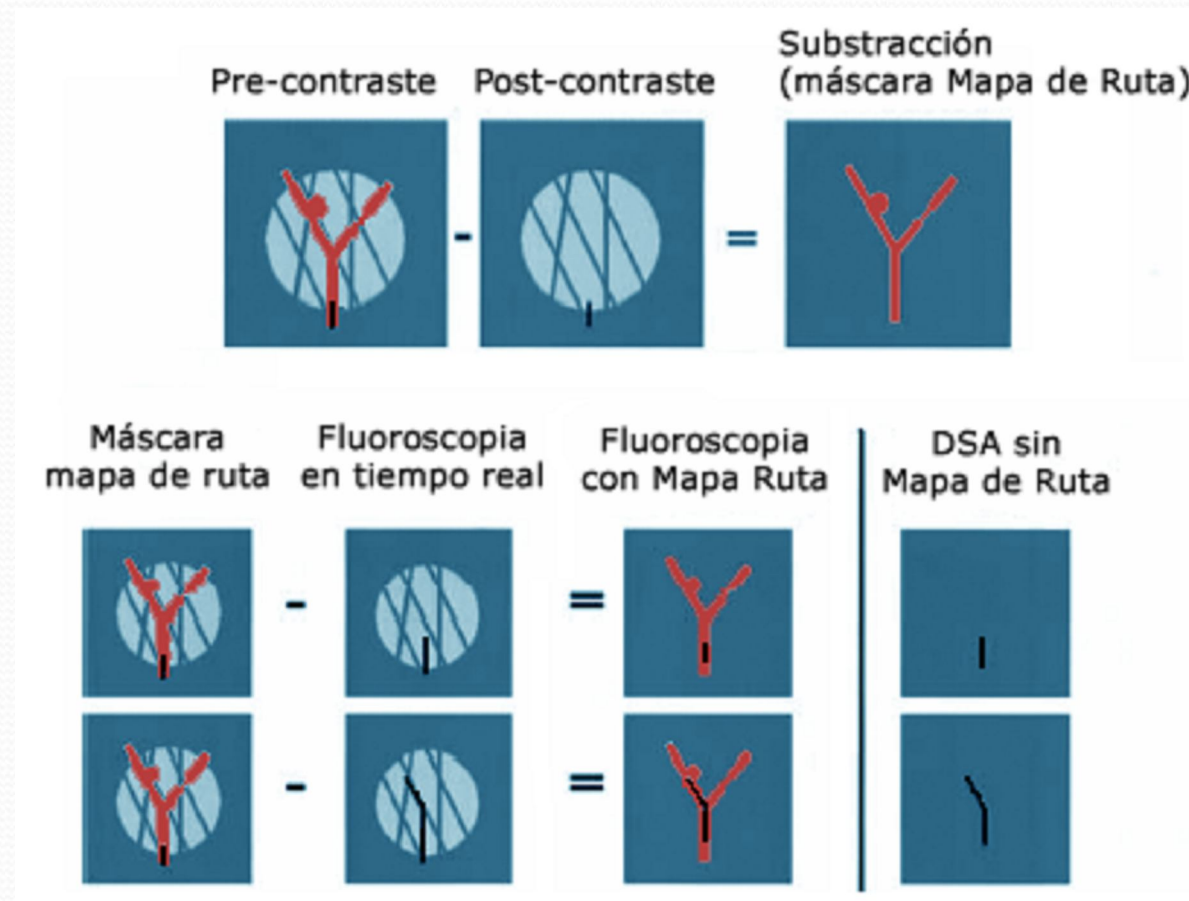


SECUENCIA DSA



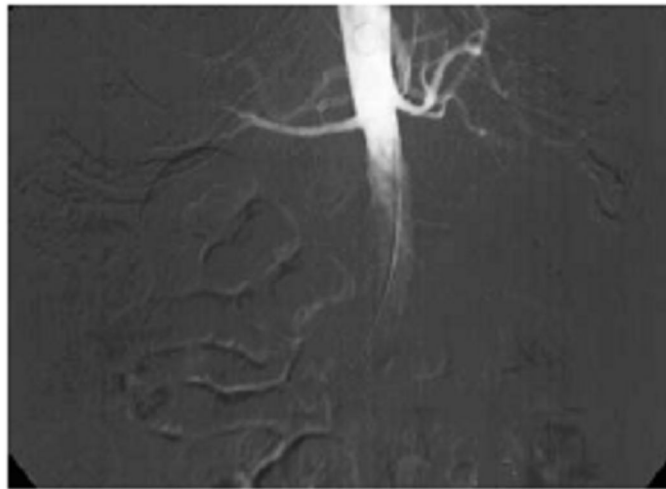
Fluoroscopia Digital

- Mapa de ruta.

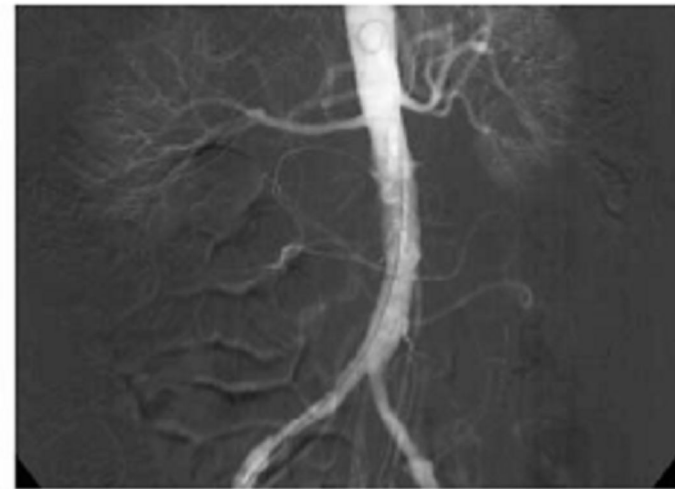


Fluoroscopia Digital

- Suma de imagenes.



a.



b.

- Comunicación en formato DICOM.

Fin del Tema

Gracias.