

Relación de los componentes de la geometría de la imagen y las técnicas radiográficas

Carlos Alberto García Avilés¹

Resumen:

Este artículo aborda los componentes geométricos de la imagen radiográfica, los factores que influyen en la calidad de la imagen (la ampliación, la distorsión, la penumbra, el movimiento y la falta de nitidez de absorción).

Palabras clave: factores geométricos, imagen radiográfica, absorción diferencial.

Abstract

This article discusses the geometric components of the radiographic image, the factors that influence the quality of the image (enlargement, distortion, shadows, motion blur and absorption).

Keywords: geometric factors, radiographic image, differential absorption.

1. Introducción

Los factores geométricos que afectan la calidad radiográfica de la imagen son: la magnificación, distorsión, penumbra, movimiento y la nitidez

Para minimizar la distorsión, el objeto de interés debe mantenerse paralelo a la película y cerca de la parte central del haz de rayos X, y el aumento debe ser minimizado. Otro aspecto que hay que tener en cuenta es que la intensidad del haz de rayos X varía inversamente con el cuadrado de la distancia desde el tubo de rayos X.

Los otros aspectos (penumbra y movimiento) serán tratados en términos del foco fino, la distancia foco - película y el tiempo mínimos de exposición para el movimiento.

Es de considerar que cada factor también tiene diferentes formas de actuar en la imagen, y esto dependerá en otros factores que no han sido tomados en consideración para redactar el planteamiento del problema pero que se irán desglosando a medida el

lector vaya avanzando en la lectura del artículo. Por último se verá la relación de todos estos factores con las técnicas radiográficas, ya que veremos que las técnicas guardan relación directa con más de alguno de los factores geométricos antes mencionados.

2. Factores geométricos de la imagen

a. Magnificación

Cuando tenemos un objeto colocado en el trayecto del haz de rayos X este proyectará una “sombra” sobre la película, esta “sombra” generalmente muestra un poco de agrandamiento con respecto al objeto real. En otras palabras, cuando disparamos un haz de rayos X a un objeto, este proyectará una sombra que no es exactamente del mismo tamaño que el objeto original, sino que, dependiendo de la distancia, así variara el tamaño de la imagen proyectada (sombra).

La cantidad de magnificación puede ser determinada por una simple ecuación:

1. El autor es estudiante de Ingeniería Biomédica, de la Facultad de Ingeniería, Universidad Don Bosco.
charles8917@hotmail.com
Fecha de recepción: 15/04/2011; Fecha de aceptación: 22/10/2011.

$$M = \frac{\textit{Tamaño de la imagen}}{\textit{Tamaño del objeto}}$$

Sin embargo, en muchas situaciones clínicas es imposible medir el objeto de interés directamente, ya que muchas veces son estructuras internas que no pueden ser medidas directamente. No obstante, podemos calcular el tamaño del objeto teniendo como datos conocidos el tamaño de la imagen, la distancia foco-objeto y distancia foco-película.

Para nuestro caso, debemos tomar en consideración que existen dos distancias, una desde el foco al objeto y otra desde el foco a la película. Para visualizar mejor esto, podemos tomar como analogía dos triángulos semejantes, en donde ambos triángulos guardan proporcionalidad en sus lados. En la figura 1 podemos visualizar lo anteriormente expuesto.

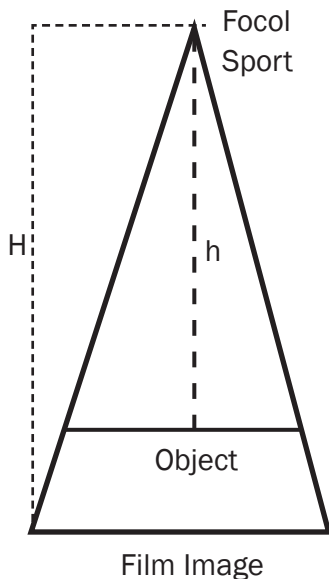


Figura 1. Imagen proyectada o sombra.

Como podemos observar, h representa la distancia foco-objeto, mientras que H representa la distancia foco-película, por lo tanto podemos hacer la siguiente igualdad:

$$\frac{h}{H} = \frac{\textit{tamaño del objeto}}{\textit{Tamaño de la imagen}}$$

Tomando como incógnita el tamaño del objeto y teniendo como variables conocidas todo lo demás, podemos encontrar el tamaño del objeto. Luego de haber calculado el tamaño del objeto es posible calcular el grado de magnificación del objeto.

Bajo circunstancias normales la magnificación deberá mantenerse en niveles bajos, para hacer esto debemos tener en mente dos aspectos: mantener el objeto lo más cerca posible de la película y mantener la distancia foco-película lo más grande posible.

En resumen, la magnificación depende de la distancia foco-objeto y foco-película.

Otro aspecto relacionado con la magnificación es la distorsión, la distorsión no es más que la magnificación desproporcionada en diferentes partes del objeto debido a una mala alineación del objeto con respecto a la película, es decir, que no guarda una posición paralela con respecto a la película. Para decirlo con otras palabras, partes del objeto están más cerca de la película que otras, y esto precisamente es lo que causa la distorsión, también la posición del foco afecta la distorsión, ya que la distorsión será diferente según el ángulo de apertura que tenga con respecto al eje Y (la vertical). Para disminuir la distorsión es necesario que el objeto se mantenga paralelo a la película y que se encuentre en el centro del haz de radiación (es decir que el foco no tenga un ángulo de apertura con respecto a la vertical).

b. Penumbra

La penumbra está definida como la región de una iluminación parcial que rodea la umbral, ó sombra completa.

Generalmente se entiende o se estudia que la fuente de rayos X es un pequeño punto, pero en realidad el punto focal (fuente de radiación) posee dimensiones finitas, entonces podemos decir que el punto focal está formado por muchos puntos que forman, cada uno, su propia imagen del objeto en estudio; los bordes de dos puntos del punto focal no estarán exactamente en el mismo punto sobre la película (ver figura 2).

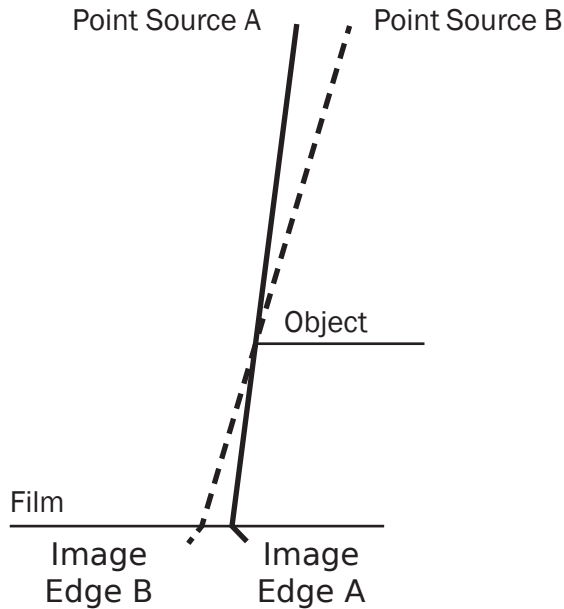


Figura 2. Efecto de penumbra.

La imagen formada por el punto focal es el traslape de todas las imágenes formadas por todos los puntos pertenecientes al punto focal, y cabe mencionar que esta imagen formada no es del todo nítida en los bordes y que varía con la densidad, es por ello que esta región de los bordes en donde existe poca nitidez de la imagen es llamada penumbra y es el resultado en donde muchos puntos de la fuente de rayos X se traslapan. La figura 3 muestra como la penumbra es formada desde un ánodo giratorio.

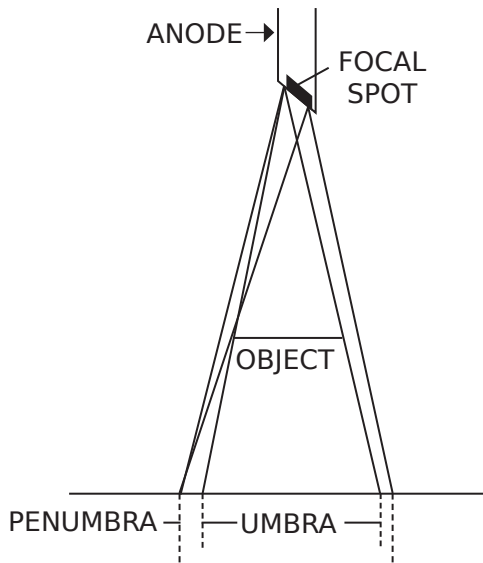


Figura 3. Penumbra formada desde un ánodo giratorio.

El ancho del desenfoque producido por la penumbra puede ser calculado, en la figura 4 podemos observar que se forman 2 triángulos con el vértice de cada triángulo en el objeto (punto X) la base del triángulo de arriba es el ancho del punto focal, mientras que la base del triángulo de abajo es el ancho de la penumbra. Al tener dos triángulos semejantes podemos construir una igualdad que nos permita conocer el ancho de la penumbra, entonces tenemos:

$$\frac{P}{F} = \frac{h}{H}$$

Donde:

P: Ancho de la penumbra

F: Ancho del punto focal

H: Distancia foco-objeto

h: Distancia objeto película

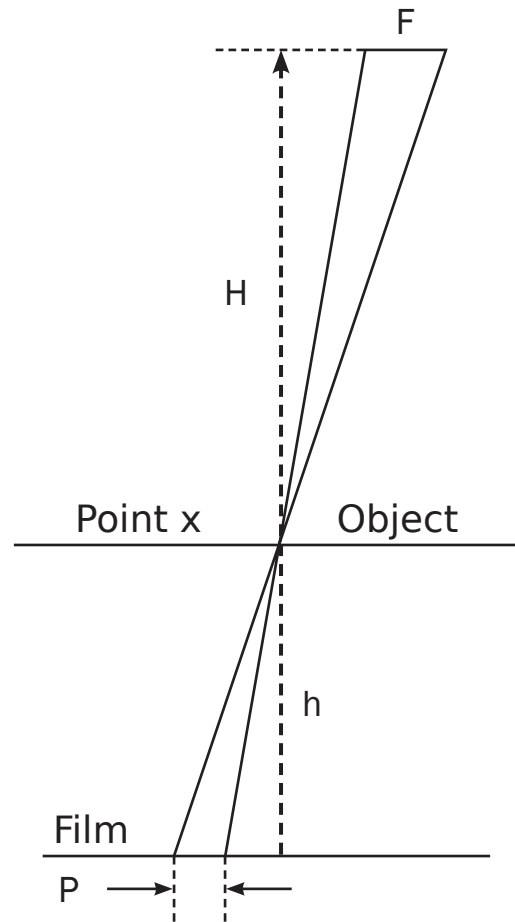


Figura 4. Ancho del desenfoque producido por la penumbra.

A continuación se abordarán algunos métodos para disminuir en cierta medida la penumbra:

-Disminuir el tamaño del punto focal, por ejemplo si tenemos un punto focal de 2 mm, sería bueno sustituirlo por uno de 1 mm, ya que esto disminuiría a la mitad la penumbra producido por uno de 2 mm.

-Colocar el objeto lo más cerca posible de la película

-En la medida de lo posible colocar al objeto lo más lejos del punto focal.

c. Falta de nitidez por absorción diferencial

Este término se refiere a la falta de nitidez en la imagen causada por el movimiento del objeto en estudio durante la exposición. El movimiento del objeto en estudio causará la misma falta de nitidez causada por penumbra, esto tiene una solución que podría parecer sencilla, la cual consiste en inmovilizar al paciente durante la exposición, si embargo muchas veces los pacientes no cooperan y resulta en muchos problemas a la hora de hacer el disparo. Otra solución (mucho más aceptable a criterio propio) es disminuir el tiempo de exposición, sin embargo algunas técnicas radiográficas requieren tiempos de exposición determinados, por lo que resultaría muchas veces inconveniente reducir los tiempos de exposición.

d. Falta de nitidez por absorción diferencial

La falta de nitidez es causada también en cierta medida por la forma en que los rayos X son absorbidos en los tejidos (absorción diferencial).

El efecto de la falta de nitidez por absorción se da principalmente cuando se desea una medida exacta de pequeñas estructuras ovoides, como por ejemplo en angiografía coronaria. Debido a que la falta de nitidez por absorción es causada por la forma del objeto, no importa que tan exactas sean las condiciones para producir la imagen radiográfica.

3. Relación de la técnica radiográfica con y los componentes de la geometría de la imagen

Después de haber visto todos los componentes que afectan la geometría de la imagen, podemos sacar

algunos símiles de todos ellos, y es que en general las distancias entre el foco, el objeto y la película son los factores más importantes a la hora de determinar asperezas en la imagen, y como se sabe, la distancia entre el foco-objeto es un factor determinante en la técnica radiográfica.

Para ejemplificar mejor la forma en cómo los componentes de la geometría de la imagen se relacionan con la técnica radiográfica, se hará uso de la ley del inverso del cuadrado de la distancia.

Como se sabe, los rayos X siguen las leyes físicas dictadas para la luz visible, para el caso, se sabe que la intensidad de la luz disminuye a medida que nos alejamos de la fuente, es decir, que la intensidad de la luz es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde el punto de emisión de luz. En la figura 5 se ejemplifica mejor este principio.

El número de fotones emitidos desde el ánodo en teoría se mantiene constante, a una distancia de un pie, los rayos X divergentes cubren un área representada por un cuadrado de "x" longitud de lado (cuadrado A) al sacar el área de este cuadrado tenemos que es x^2 . A 2 pies de distancia el haz de rayos X cubre un área mayor (cuadrado B) en donde la longitud de los lados es de $2x$, al sacar el área de dicho cuadrado obtenemos que es $4x^2$ lo cual es 4 veces mayor que el área del cuadrado A. Ya que la intensidad del haz de radiación es constante, la intensidad en el cuadrado A debe expandirse en un área 4 veces mayor cuando llega a B, es decir que habrá menos radiación por pulgada cuadrada (la intensidad es la misma pero el área que cubre es mayor).

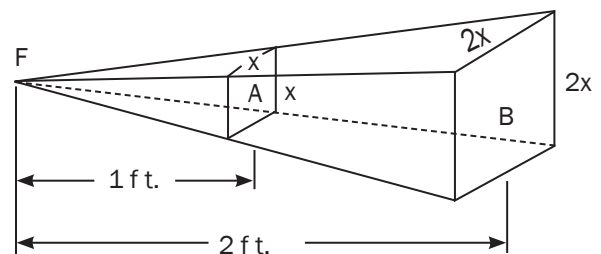


Figura 5. Intensidad de la luz.

Un ejemplo práctico puede ser el siguiente: asumamos que una exposición de 100 mAs es requerida para tomar una película del abdomen usando una distancia de 102 cm entre el foco y la película, ahora bien, si queremos realizar este estudio con el equipo móvil, la distancia máxima que podríamos usar es de 76 cm, entonces cual debería ser el mAs seleccionado para que obtengamos la misma densidad radiográfica como la que obtendríamos con una distancia de 102 cm. Entonces tenemos la siguiente relación:

$$\frac{100 \text{ mAs}}{X \text{ mAs}} = \frac{40^2}{30^2}$$

Despejando X de la ecuación, tenemos que la cantidad de mAs requerida para una distancia de 76 cm es de 56.25 mAs. (A mayor distancia, mayor mAs).

Pues bien, es aquí donde observamos la relación directa que guardan los componentes de la geometría de la imagen, ya que con el ejemplo anterior se demostró que ese juego de distancias hace que cambie por lo tanto los mAs necesarios para adquirir una imagen con la misma calidad.

En resumen, las distancias entre el foco-película-objeto incidirán directamente produciendo magnificación, penumbra, distorsión o cualquiera de los factores anteriormente expuestos, del mismo modo también se modificara la técnica radiográfica según estos factores sean deseados.

4. Referencias bibliográficas

Cristensens (1990). *Physics of diagnostic radiology*, cuarta edición.

Martínez Mendoza, Carmen (2003). *Manual de Técnicas Radiológicas*. Consultado en el URL: <http://webs.ono.com/cmm2/rx1.htm>

.....
Cómo citar este artículo:

GARCÍA, Carlos. "Relación de los componentes de la geometría de la imagen y las técnicas radiográficas". Ing-novación. Revista semestral de ingeniería e innovación de la Facultad de Ingeniería, Universidad Don Bosco. Diciembre de 2011 – Mayo de 2012, Año 2, No. 3. pp. 41-45. ISSN 2221-1136.